

**ODPOWIEDZI NA PYTANIA
DOTYCZĄCE WSPÓLDZIAŁANIA UKŁADÓW TN I TT
(nadesłane po szkoleniu dla członków
Pomorsko-Kujawskiej Izby Inżynierów Budownictwa)**

Pytanie 1

Odbiorca potrzebuje dwustronnego zasilania. Otrzymuje warunki na zasilanie: jedno ze stacji zasilającej sieć o układzie TN, a drugie ze stacji zasilającej sieć o układzie TT. Jak to wykonać?

Odpowiedź

W pytaniu brakuje podstawowych informacji o odbiorcy i jego instalacji: ile wynosi moc przyłączeniowa, czy instalacja odbiorcza istnieje i jaki ma układ, czy dopiero ma być projektowana. Nie ma też wzmianki o wymaganiach operatora sieci odnośnie do procedury przełączania zasilania. Przy tak skąpych informacjach można tylko wstępnie podać dwa możliwe rozwiązania poprawne merytorycznie.

Wariant I. Instalacja odbiorcy już istnieje i ma układ TT, a zatem może być bez przeszkód zasilana zarówno z układu TT, jak i z układu TN (jako wyspa TT w układzie TN).

Wariant II. Instalacja odbiorcy ma układ TN albo tak jest projektowana, bo zasilanie normalne pochodzi z sieci TN. W takim przypadku nie może być ona galwanicznie połączona z siecią TT w celu zasilania rezerwowego, bo ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa (ochrona przy uszkodzeniu) przez samoczynne wyłączanie zasilania byłaby nieskuteczna, a to z powodu wielokrotnego zwiększenia impedancji pętli zwarciowej. Zasilanie awaryjne z układu TT powinno odbywać się z oddzieleniem galwanicznym, przez zainstalowany na stałe transformator oddzielający (izolacyjny) o grupie połączeń najlepiej YNzn, z uzwojeniem zn po stronie układu TN (z punktu gwiazdowego zygzyka wyprowadzony i uziemiony przewód PEN układu TN).

W obu wariantach do głównej szyny wyrównawczej obiektu – poza częściami przewodzącymi obcymi – należy przyłączyć na stałe: główny przewód ochronny instalacji odbiorczej oraz przewód PEN linii zasilającej z układu TN. Przełączanie zasilania nie powinno wymagać żadnych przełączeń ani innych zmian w układzie przewodów ochronnych PE i przewodów wyrównawczych PBE.

Operator sieci rozdzielczej zapewne będzie wymagał, aby przełączanie zasilania (nawet próbne) odbywało się z przerwą, podczas której odbiory nie są połączone z żadnym ze źródeł. Wynikają stąd określone wymagania odnośnie do automatyki przełączania SZR (ang. *automatic transfer switch*, ATS), a nawet do najprostszego, ręcznego przełącznika źródeł zasilania, który powinien być 3-położeniowy (I-0-II) z wyraźnym położeniem pośrednim (0), kiedy instalacja odbiorcza jest odcięta od obu źródeł. Taki samoczynny bądź ręczny przełącznik zasilania ma angielską nazwę *open transition transfer switch* (OTTS) albo *break before make transfer switch*.

Pytanie 2

Sąsiadują ze sobą sieć TN i sieć TT. W sytuacjach awaryjnych bądź przy pracach remontowych łączy się te układy w szafce kablowej. Czy to jest prawidłowe postępowanie?

Odpowiedź

Problem jest podobny, jak poruszony w pytaniu 1. Podczas awarii lub prac remontowych wolno z sieci o układzie TN doraźnie zasilac obwody sieci o układzie TT. Instalacje odbiorcze stają się wtedy wyspami TT w sieci TN, zachowując na niezmiennym poziomie skuteczność i niezawodność ochrony przez samoczynne wyłączanie zasilania. Dawniej dopuszczano to pod warunkiem, że w instalacjach o układzie TN są wykonane połączenia wyrównawcze główne, ale to zastrzeżenie zdezaktualizowało się i zostało wycofane.

Natomiast sytuacja odwrotna, bezpośrednie (bez oddzielenia galwanicznego) zasilanie z sieci o układzie TT obwodów sieci oraz instalacji o układzie TN, zagrażałoby skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączanie zasilania w instalacjach o układzie TN. Pętla zwarcia L-PE przestaje być metaliczna, złożona z przewodów, prąd przy zwarciu L-PE jest wielokrotnie mniejszy, na ogół za mały do pobudzenia zabezpieczeń nadprądowych. W obwodach bez wyłączników różnicowoprądowych nie można liczyć na samoczynne wyłączenie zasilania. Natomiast dopuszczalne jest na czas robót łączenie obu układów przez przewoźny transformator oddzielający (izolacyjny) o cechach, jak wyjaśnione w odpowiedzi na pytanie 1.

Pytanie 3

Dla odbiorcy o dużym zapotrzebowaniu na moc buduje się stację transformatorową przystosowaną do zasilania sieci o układzie TN. Do tej stacji ma być przyłączonych wielu drobnych odbiorców zasilanych dotychczas z sieci TT. Jak to zrealizować bez dużych nakładów?

Odpowiedź

W pytaniu nie ma ani słowa o stanie technicznym instalacji „drobnych odbiorców”. To, że były one dotychczas zasilane z sieci o układzie TT nie oznacza, że one same mają układ TT, tzn. że mają rozprowadzony przewód ochronny PE, uziemiony w obrębie posesji, no i – wyłączniki różnicowoprądowe do samoczynnego wyłączania zasilania w razie uszkodzenia (izolacji podstawowej). Być może są to instalacje sprzed wielu lat, nieprzystosowane do objęcia ochroną przeciwporażeniową dodatkową (ochroną przy uszkodzeniu), czyli instalacje pozastandardowe. Do żadnego układu – ani TN, ani TT, ani IT – nie można zaliczać instalacji prądu przemiennego o napięciu z zakresu 50÷1000 V, która nie ma nawet przewodu ochronnego PE (PEN), spełniającego określone warunki. Można zatem wyróżnić dwie następujące sytuacje:

a) Instalacje „drobnych odbiorców” mają układ TT

Każda z tych instalacji może być zasilana jak dotychczas i stać się **wyspą TT w sieci TN**. W takiej sytuacji wprowadzony z zewnątrz do złącza przewód ochronno-neutralny PEN sieci TN powinien być od złącza traktowany jako przewód neutralny N, nie spełniający funkcji ochronnej (rys. 52 artykułu [3]). Natomiast sieć rozdzielcza powinna być tak zbudowana (nowa) lub tak zmodernizowana (istniejąca) i przyłączenie tak wykonane, aby dowolny odbiorca z instalacją TT mógł zmienić jej układ na TN od razu lub w przyszłości. Taka zmiana powinna być preferowana przez operatora i odbiorcy powinni być do niej zachęceni. Poza zwykłymi kosztami przełączania odbiorców trudno się tu dopatrzeć dodatkowych nakładów. Niedawno w całej Austrii przeprowadzono taką operację, o czym więcej w „Podsumowaniu” niniejszych odpowiedzi.

b) Instalacje „drobnych odbiorców” są pozastandardowe

Jest w kraju wiele pozostałości przebrzmiałej techniki, wieloletniej beztroski i bylejakości, jest wiele instalacji bez przewodu ochronnego PE, z przewodami o skruszałej lub w inny sposób nadwerżonej izolacji i niewłaściwymi, iluzorycznymi zabezpieczeniami. Niekiedy są to owoce wielokrotnych przeróbek dokonywanych przez domorosłych majstrów. I to powinno budzić niepokój, również operatorów sieci rozdzielczej, dokonujących przełączenia. Czy i w jakim stopniu mogą albo powinni oni oddziaływać na odbiorców, nakłaniać czy wręcz zmuszać ich do naprawy bądź wymiany instalacji, to ważny problem prawny, ekonomiczny i nawet społeczny, ale nie techniczny *sensu stricto*. Zasadność techniczna nie budzi wątpliwości.

Z technicznego punktu widzenia samo przełączenie zasilania z sieci TT, z przewodami L1, L2, L3, N na zasilanie z sieci TN, z przewodami L1, L2, L3, N (bo przewód PEN sieci rozdzielczej staje się przewodem N od złącza takiej instalacji) nie wprowadza żadnej zmiany w obrębie instalacji. Identycznie jest w przypadku zasilania jednofazowego przewodami L, N. Tym bardziej nie ma mowy o dokonaniu **zmiany zasadniczej**, która znosi możliwość odwołania się do zasady **ochrony zastanej**.

Pytanie 4

Zarządcy budynków masowo wymieniają stare 4-przewodowe wewnętrzne linie zasilające TN-C na nowe 5-przewodowe TN-S z przewodami L1, L2, L3, N, PE. Wymiana instalacji w lokalach mieszkalnych jest pozostawiona w gestii ich właścicieli lub najemców i większość się na nią nie decyduje. Instalacje zmodernizowane do układu TN-S są przyłączane do wzl w sposób oczywisty: L do L, N do N, PE do PE. Natomiast instalacje niezmodernizowane TN-C są przyłączane następująco: L do L, PEN do PE. Projektanci, kierownicy budów i inspektorzy nadzoru, z którymi rozmawiałem, w pełni to aprobują.

W swojej praktyce tylko raz słyszałem o modernizacji wzl i odgałęzień do mieszkań w sposób, który Pan zaleca, czyli z wzl w konfiguracji L1, L2, L3, N, PEN. Pomimo pozostawionych w rozdzielnicach notkach wyjaśniających układ połączeń i sposób postępowania po modernizacji instalacji, powodowało to wiele zamieszania i błędnych połączeń, wywołując w krótkim czasie kompletny chaos w instalacji, skargi na wykonawcę i zarzuty błędnego wykonania instalacji. Sugestia, że „W przypadku niezmodernizowanych instalacji TN-C dodatkowy przewód N (niebieski) powinien pozostać nieprzyłączony na obu końcach” okazała się mało praktyczna. Po pierwsze, pracownicy zakładu energetycznego przy wymianie licznika przyłączali do niego przewód neutralny (niebieski) ignorując wyjaśnienia, że powinni przyłączać przewód PEN o izolacji żółto-zielonej z niebieskimi końcówkami. Z kolei w instalacjach, w których na okres przejściowy przyłączono do licznika przewód PEN, po modernizacji instalacji w lokalu pozostawał on przyłączony do licznika, mimo że stał się właśnie przewodem ochronnym PE.

Jak to rozwiązać prawidłowo, aby nie dopuścić do długotrwałego tolerowania błędnych układów połączeń?

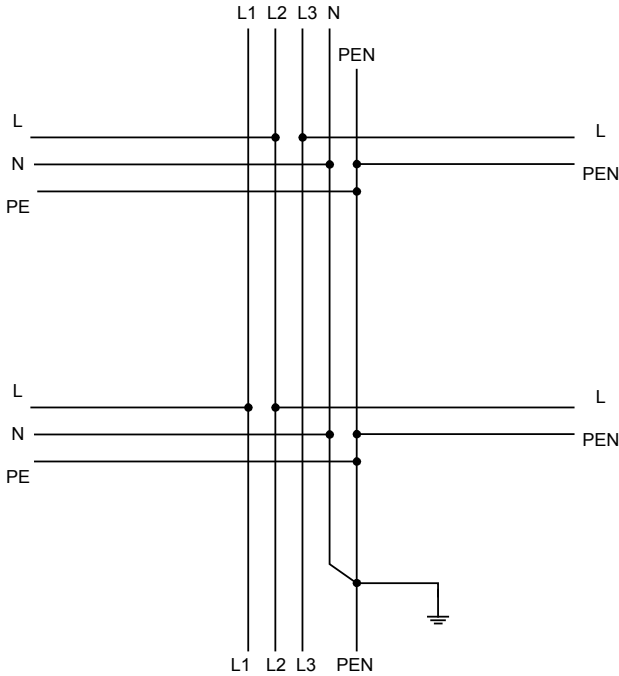
Odpowiedź

Spróbujmy przywrócić właściwy ogląd sytuacji i właściwą kolej rzeczy. Planową wymianę głównych obwodów elektrycznych starszego budynku mieszkalnego przeprowadza się w celu zwiększenia ich obciążalności prądowej i/lub w celu wprowadzenia układu TN-S. Wcześniej instalacja miała układ TN-C albo układ TT, albo w ogóle nie była przystosowana do jakiegokolwiek systemu ochrony dodatkowej (ochrony przy uszkodzeniu), bo nie miała rozpro-

wadzonego przewodu ochronnego PE (PEN), czyli była instalacją pozastandardową w rozumieniu aktualnych norm: ani IT, ani TT, ani TN. Wielu elektryków błędnie kwalifikuje jako TN-C każdą starą instalację nieodpowiadającą dzisiejszym standardom.

Zatem modernizacja instalacji budynku z układu TN-C do układu TN-S, czy TN-C-S, jeśli ją widzieć od złącza, to tylko jeden z możliwych przypadków zmiany układu instalacji budynku bądź innego obiektu budowlanego. Można to przeprowadzić na trzy sposoby:

- 1) **Modernizacja jednoetapowa** instalacji w obiekcie wyłączonym z użytkowania, np. w ramach remontu kapitalnego budynku. Starą instalację demontuje się w całości, rzadziej zachowuje się jej fragmenty dobrze zachowane i nadal przydatne. Na podstawie całościowego projektu wykonuje się, sprawdza i oddaje do użytkowania nową instalację. Elektrycy to lubią, z technicznego punktu widzenia jest to najprostsza i najkorzystniejsza procedura, ale nie zawsze możliwa, a przy tym kosztowna.
- 2) **Modernizacja wieloetapowa instalacji w obiekcie mającym jednego zarządcę**, np. w obiekcie przemysłowym. Obiekt nie musi być w całości wyłączony z użytkowania, ale zarządca bądź właściciel jest zdecydowany całą instalację zmodernizować zgodnie z uznanymi zasadami wiedzy technicznej. Właściwą procedurę postępowania opisywałem wielokrotnie i również w tym zeszycie [3] jest ona opisana i zilustrowana (rys. 50). Modernizacja musi odbywać się od obwodów końcowych przez kolejne obwody rozdzielcze w kierunku zasilania. W okresie przejściowym mogą w określonych obwodach i rozdzielnicach występować dwa przewody spełniające funkcję przewodu neutralnego (N i PEN), ale nie powinny występować dwa przewody spełniające funkcję przewodu ochronnego (PE i PEN). Taka procedura może trwać znacznie dłużej niż modernizacja jednoetapowa, ale w rozsądnym czasie prowadzi do podobnego stanu końcowego.
- 3) **Modernizacja wieloetapowa instalacji w obiekcie mającym wielu zarządców bądź właścicieli**, np. w wielopiętrowym wielorodzinnym budynku mieszkalnym. To jest przypadek najtrudniejszy i najbardziej kłopotliwy. Szkołę tkwi w tym, że tylko niektórzy lokatorzy decydują się na modernizację instalacji mieszkaniowej, a główne obwody budynku muszą być tak wykonane, aby mogły zasilac również instalacje niezmodyfikowane tak długo, jak długo one pozostaną, czyli w niektórych przypadkach – przez wiele lat. Nie da się w tym przypadku przestrzegać zasady, że modernizacja powinna odbywać się od obwodów końcowych przez kolejne obwody rozdzielcze w kierunku zasilania. Potrzebny był pomysł, jak to przeprowadzić, aby nie naruszyć uznanych zasad wiedzy technicznej, a przede wszystkim – wymagań normy. Szybko znaleźli się pomysłodawcy układu z rys. 49 [3]. Na setkach szkoleń tysiące polskich elektryków ich słuchało i chyba nikt nie zapytał, dlaczego ma zwierać na każdej kondygnacji raz rozdzielone przewody PE i N, skoro norma tego kategorycznie zabrania. To wtedy, w porozumieniu z niemieckimi normalizatorami, zaproponowałem jedyne po dziś dzień rozwiązanie tego problemu, które jest zgodne z uznanymi zasadami wiedzy technicznej. W okresie przejściowym wewnętrzna linia zasilająca powinna mieć przewody L1, L2, L3, N i PEN (rys. 1), a po przejściu w wszystkich mieszkaniach na układ TN-S, żółto-zielony przewód wewnętrznej linii zasilającej, oznaczony PEN na rys. 1, automatycznie stanie się przewodem ochronnym PE bez żadnej ingerencji w układ połączeń. Stanie się przewodem PE, bo już nie będzie od niego odgałęziony żaden przewód PEN, ani N, lecz wyłącznie – przewody ochronne PE.



Rys. 1. Poprawne zasady postępowania z przewodem PEN przy wieloetapowej modernizacji w/z

Kto nie zrozumiał opisanych trzech procedur modernizacji instalacji do układu TN-S i ich uwarunkowań oraz ograniczeń, ten niech sobie wyobrazi analogię z poważną naprawą czy wymianą wielu podzespołów samochodu. Przypadek 1) to po prostu oddanie samochodu na jakiś czas do warsztatu. Przypadek 2) to wielokrotne częściowe naprawy w przerwach między jazdami. Przypadek 3) to wielokrotne naprawy w czasie jazdy i krótkotrwałych postojów na parkingach i to z ciocią, która nie pozwala niczego tknąć wokół swego siedzenia.

Na tę trzecią, szczególnie kłopotliwą procedurę wieloetapowej modernizacji instalacji podałem jedyny poprawny sposób (rys. 1). Zamiast postarać się go zrozumieć i dokładnie stosować, niektórzy starają się go „udoskonalić”. Cóż uczynili „wynalazcy” opisani w pytaniu? Wzięli schemat z rys. 1, ale mojemu przewodowi PEN nadali funkcję PE nie pojmując, co czynią. W rezultacie odgałęziają przewód PEN od przewodu PE, przypisując temu ostatniemu również funkcję przewodu czynnego N, której on nie spełnia. Jest to sprzeczne z uznanymi zasadami wiedzy technicznej w tym zakresie, które przedstawia tabl. 6 artykułu [3]. Nie zrozumieli też, że do mieszkań z niezmodyfikowaną instalacją warto ułożyć przewód niebieski N tylko po to, by był gotowy do przyłączenia w chwili przejścia na układ TN-S, a do tego czasu powinien pozostać nieprzyłączony na obu końcach.

Opisane w pytaniu wybryki powinny być sankcjonowane przez okręgowych rzeczników odpowiedzialności zawodowej Izby Inżynierów Budownictwa, a sądy powszechne powinny zasądzać od winnych zwrot kosztów doprowadzenia instalacji do stanu poprawnego. Wystarczy kilka nagłośnionych przypadków ukarania, aby pozostali zainteresowani w ciągu paru dni opanowali wiedzę lekceważoną przez lata. Wiedzę, którą przeciętny niemiecki elektromonter ma w małym palcu.

Pytanie 5

Przy rozbudowie infrastruktury nowa sieć oświetleniowa ma być zasilana z rozdzielnicy oświetleniowej o układzie TN-S, wyposażonej w wyłączniki różnicowoprądowe. Do tej sieci mają być przyłączone fragmenty sieci oświetleniowych o układzie TN-C i TT. Jak sobie z tym poradzić?

Odpowiedź

Nie da się na to pytanie odpowiedzieć rzeczowo, zrozumiale i przekonująco bez wyjaśnienia pewnych prawd elementarnych, które – jak wiele na to wskazuje – w Polsce nie są szerzej znane i rozumiane:

- 1) Norma HD 60364 ma wprawdzie zastosowanie do drobnych instalacji oświetlenia zewnętrznego, np. wejścia czy otoczenia budynku, które są zasilane z jego ogólnej instalacji elektrycznej, ale ta norma nie dotyczy publicznych sieci oświetlenia ulic i innych dróg, co wyraźnie jest napisane w punkcie 11.3e) jej arkusza 60364-1 [5].
- 2) W publicznych sieciach oświetlenia ulic i innych dróg należy wyraźnie odróżniać dwie części składowe, którym stawia się różne wymagania:
 - a) **sieć rozdzielcza** oświetlenia ulicznego/drogowego albo sieć rozdzielcza publiczna – od głównej rozdzielnicy oświetlenia do skrzynki przyłączowej słupów,
 - b) **instalacja odbiorcza** (urządzenie odbiorcze, punkt świetlny) – od zacisków wyjściowych zabezpieczenia w skrzynce przyłączowej słupa do oprawy oświetleniowej bądź opraw oświetleniowych włącznie.
- 3) W odniesieniu do instalacji odbiorczych na słupach właściwe są wymagania normy HD 60364 w pełnym zakresie, obejmującym zabezpieczenia nadprądowe, ochronę przeciwporażeniową i inne aspekty.
- 4) W odniesieniu do wszelkich kablowych i napowietrznych sieci rozdzielczych, norma HD 60364 odsyła do właściwych dokumentów normatywnych albo sugeruje przykładowe wymagania, łagodniejsze niż w przypadku instalacji odbiorczych. To odstępstwo odnosi się również do sieci rozdzielczych oświetlenia ulicznego i dotyczy zwłaszcza wymaganego czasu samoczynnego wyłączenia zasilania w przypadku zwarcia L-PE przed zabezpieczeniem w skrzynce przyłączowej słupa. Z zestawienia postanowień Uwagi 1 do 411.3.2.1 oraz 411.3.2.3 i 411.3.2.4 normy [6] wynika, że akceptuje się czas wyłączenia większy niż 5 s przy zasilaniu z sieci TN i większy niż 1 s przy zasilaniu z sieci TT. Graniczną wartość dopuszczalną wyznaczają wtedy ciepłe skutki zwarcia.

Odnosząc się do treści pytania można stwierdzić, co następuje. Nie ma przeszkód, aby z sieci rozdzielczej oświetlenia ulicznego o układzie TN-S zasilac fragment sieci oświetleniowej o układzie TT, traktując go jako wyspę TT w sieci TN. Wcześniejszego stanu ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej (ochrony przy uszkodzeniu) w tym fragmencie sieci to nie pogorszy, a czy wcześniej był on zadowalający, to osobna sprawa, o której w pytaniu nie ma wzmianki.

Natomiast nie jest dopuszczalne zasilanie z sieci oświetleniowej o układzie TN-S starego fragmentu sieci oświetleniowej o układzie TN-C, bo to oznaczałoby postawienie sprawy na głowie, odwrócenie prawidłowej struktury TN-C-S w jej absurdalną karykaturę TN-S-C albo TN-C-S-C. Już rozdzielonych przewodów PE i N układu TN pod żadnym pozorem nie wolno ponownie połączyć. Likwiduje to bowiem korzyści z wcześniejszego rozdzielenia i tworzy – sprzeczne z zasadami wiedzy technicznej – chaotyczne połączenia o nieprzewidywalnych konsekwencjach.

Odnosząc się nadal do treści pytania, trzeba z naciskiem podkreślić, że w poprawnie zaprojektowanej sieci rozdzielczej oświetleniowej o układzie TN-S wyłączniki różnicowoprądowe są zbędne, co więcej – są niepożądane, a użycie wyłączników wysokoczułych ($I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$) jest karygodnym błędem ze względu na ryzyko zbędnych zadziałań. Obecnie w świecie wyłączniki różnicowoprądowe są ledwie tolerowane w starych sieciach oświetleniowych o układzie TT ze słupami, których wyposażenie elektryczne (skrzynka przyłączowa, oprawa oświetleniowa) ma klasę ochronności I. Są ledwie tolerowane, bo jeśli taką sytuację się zastaje, to zabezpieczenia nadprądowe na ogół nie gwarantują samoczynnego wyłączenia zasilania przy uszkodzeniu i wyjściem ratunkowym jest wprowadzenie wyłączników różnicowoprądowych niskoczułych ($I_{\Delta n} = 0,1 \div 0,5 \text{ A}$). Układu TT w nowych sieciach rozdzielczych oświetlenia ulicznego nie należy stosować właśnie dlatego, by uniknąć instalowania w nich wyłączników różnicowoprądowych.

Jest znacznie prostsze rozwiązanie pozwalające ominąć wszystkie łamigłówki, o których wyżej mowa. Wystarczy sieć oświetleniową tak wykonać, aby nie był w niej potrzebny przewód ochronny PE, a nawet więcej – by przyłączanie przewodu ochronnego do przewodzących słupów, jeśli takie zastosowano, było zabronione. Takie wykonanie jest od kilkunastu lat usilnie zalecane za granicą, a w wielu krajach jest jedynym dopuszczalnym rozwiązaniem [2]. Kilka lat temu DEPAGNE, wielka francuska firma specjalizująca się w instalacjach oświetlenia publicznego, informowała¹, że wprawdzie w istniejących sieciach przeważają słupy z wyposażeniem klasy ochronności I, ale w sieciach zbudowanych w ostatnich pięciu latach dominują słupy z wyposażeniem klasy ochronności II. Aktualne francuskie warunki techniczne przetargów na wykonanie sieci oświetlenia publicznego [9], dopuszczają tylko takie wykonanie (*Les luminaires posés sont obligatoirement de classe IP²*). Podobne wymagania występują powszechnie w warunkach technicznych wykonania i odbioru sieci oświetlenia ulicznego w Niemczech, np.: *Es sind nur Betriebsmittel (Leuchten/Sicherungskasten) in der Schutzklasse II zulässig*³ [8]. Austriacki ekspert ds. oświetlenia ulicznego wśród kryteriów jakości opraw oświetleniowych wymienia (rys. 2) klasę ochronności II i tylko tę klasę [1].

Qualitätskriterien für Leuchten	
<ul style="list-style-type: none"> • Tragende Teile aus Metall • Gehäuse aus Aluminium Druckguss • Schutzart mind. IP 65 • Liegendes Leuchtmittel • Schutzklasse II • Werkzeugloses Öffnen der Leuchte • Werkzeugloser Tausch des Vorschaltgerätes bzw. Treiberelektronik LED-Modul • Automatische Spannungsunterbrechung bei Öffnen der Leuchte 	<ul style="list-style-type: none"> • Części nośne z metalu • Obudowa z aluminium odlewanego ciśnieniowo • Stopień ochrony co najmniej IP 65 • Źródło światła usytuowane poziomo • Klasa ochronności II • Otwieranie oprawy bez użycia narzędzia • Wymiana zasilacza LED bądź statecznika bez użycia narzędzia • Samoczynne odłączanie spod napięcia przy otwieraniu oprawy

Rys. 2. Kryteria jakościowe dla opraw oświetleniowych do oświetlenia ulicznego [1]

Przechodząc do szczegółów rozwiązania przestrzec trzeba, że sam **słup oświetleniowy nie jest urządzeniem elektrycznym i wobec tego nie należy mu przypisywać klasy ochronności I czy II**. Ta klasyfikacja dotyczy urządzeń elektrycznych stanowiących wyposażenie słupa, czyli przede wszystkim opraw oświetleniowych, skrzynek przyłączowych oraz przewodów połączeniowych we wnętrzu słupa. Wszystkie te elementy powinny mieć izolację podwójną lub równoważne wykonanie kwalifikujące je do standardu klasy ochronności II.

1 <http://www.depague.fr/produitSimple/les-cand%C3%A9labres-de-classe-1-2>

2 Obowiązuje instalowanie opraw oświetleniowych klasy ochronności II.

3 Dopuszcza się tylko wyposażenie (oprawy oświetleniowe, skrzynki zabezpieczeniowe) klasy ochronności II.

Jest na rynku bogaty asortyment opraw oświetleniowych oraz skrzynek przyłączowych klasy ochronności II, którą gwarantuje producent. Za wykonanie innych elementów wyposażenia słupa odpowiada firma montażowa. Wszelkie połączenia powinny być wykonane przewodami o izolacji wzmacnionej. Przewody kabelkowe o dwóch warstwach izolacyjnych (izolacja żył + powłoka) w zasadzie wystarczają, ale – poza połączeniami wewnętrznymi w obudowie skrzynki przyłączeniowej i oprawy oświetleniowej – lepiej wciągnąć je do giętkich rur izolacyjnych. Wzdłuż wysokości słupa przewody powinny być tak mocowane, aby nie przenosiły naprężeń na zaciski ani na przepusty oprawy. Zaleca się, aby napięcie znamionowe przewodów było wyższe od napięcia roboczego instalacji o jeden, a nawet o dwa stopnie. Napięcie znamionowe przewodów zapłonowych lamp wyładowczych należy dobierać według zaleceń producenta oprawy. Ważnym kryterium jakości montażu jest sposób wprowadzenia przewodów sieci rozdzielczej do wnętrza słupa w sposób wykluczający możliwość zwarcia z przewodzącym słupem, jeśli taki został użyty.

Aby najechanie samochodu na słup było mniej groźne dla kierowcy i pasażerów niż dotychczas, coraz większą uwagę będzie się przykładać do oceny biernego bezpieczeństwa konstrukcji wsporczych dla urządzeń drogowych, w tym – słupów oświetleniowych. W razie kolizji mają ocalić ludzie w samochodzie, a nie słup. To w głównej mierze słup ma pochłaniać energię zderzenia, ma być podatny, odkształcić się bądź ulec wyrwaniu. Te kwestie reguluje norma PN-EN 12767:2008 [7], według której badanej konstrukcji wsporczej przypisuje się poziom pochłaniania energii:

- HE – pochłaniające energię w stopniu wysokim,
- LE – pochłaniające energię w stopniu niskim,
- NE – niepochłaniające energii.

Byłoby jednak niedobrze, gdyby pasażerowie – po kolizji o własnych siłach opuszczając samochód pod szczątkami słupa – zostali porażeni prądem. Trzeba będzie kilka spraw na nowo przemyśleć.

Podsumowanie

Jest rzeczą znaną, że większość pytań dotyczy tej samej bolączki – kłopotliwego sąsiedztwa publicznych sieci rozdzielczych TN z sieciami TT w wielu rejonach kraju. Komplikuje to nie tylko możliwości wzajemnego rezerwowania tych sieci, ale również możliwości rozbudowy i przełączania odbiorców do innej stacji. Co gorsza, niewiele się w kraju czyni, by w końcu wyjść z tego błędnego koła.

Wolne od tego dylematu są kraje, w których dawniej zerowanie było zakazane bądź niezalecane, a po cofnięciu tych restrykcji układ TN nie przyjął się na szerszą skalę (Francja, Belgia, Holandia i kraje śródziemnomorskie). Nadal w ich sieciach publicznych dominuje układ TT.

Wolna od tego jest Austria, w której *Nullungsverordnung*, czyli rozporządzenie w sprawie zerowania z dnia 16 września 1998 r. [10] wymusiło układ TN we wszystkich nowo budowanych sieciach nn oraz doprowadzenie do układu TN wszystkich istniejących sieci rozdzielczych, które wcześniej miały układ TT, w terminie do końca roku 2008 (rys. 3).

W pozostałych dwóch krajach z zerowaniem, Niemczech i Szwajcarii, z roku na rok maleje względny udział sieci TT, bo sukcesywnie się je eliminuje. Podobną strategię eliminowania sieci TT, rozpisaną na kilka lat, powinni przyjąć polscy operatorzy sieci rozdzielczych. Ten postulat ma następujące uzasadnienie.

- A. Układ TN gwarantuje większą skuteczność i większą niezawodność ochrony przeciwporażeniowej niż układ TT. Wobec tego **układ TN należy preferować w sieciach rozdzielczych oraz w instalacjach odbiorczych.**

BUNDESGESETZBLATT

FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH

Jahrgang 1998

Ausgegeben am 16. September 1998

Teil II

322. Verordnung: Nullungsverordnung

322. Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Anforderungen an öffentliche Verteilungsnetze mit der Nennspannung 400/230 V und an diese angeschlossene Verbraucheranlagen zur grundsätzlichen Anwendung der Schutzmaßnahme Nullung (Nullungsverordnung)

Auf Grund des § 3 Abs. 3 und des § 4 Abs. 2 des Elektrotechnikgesetzes 1992 – ETG 1992, BGBl. Nr. 106/1993, sowie auf Grund des § 205 des Berggesetzes 1975, BGBl. Nr. 259, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl. I Nr. 115/1997, wird verordnet:

Gegenstand

§ 1. (1) Gegenstand dieser Verordnung ist die Erhöhung der Zuverlässigkeit von Schutzmaßnahmen bei indirektem Berühren in elektrischen Anlagen und die längerfristige Vereinheitlichung der diesbezüglichen Vorgangsweise in den öffentlichen Verteilungsnetzen der Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) mit der Nennspannung 400/230 V (in der Folge kurz Verteilungsnetze genannt) und in den daran unmittelbar angeschlossenen elektrischen Verbraucheranlagen.

(2) Auf elektrische Anlagen, welche nicht aus öffentlichen Verteilungsnetzen sondern aus eigenen Stromquellen des Betreibers gespeist werden, findet diese Verordnung nur insoweit Anwendung, als keine speziellen technischen Anforderungen hinsichtlich des Betriebes dieser elektrischen Anlagen vorliegen und dementsprechend abweichende Schutzmaßnahmen bei indirektem Berühren getroffen sind.

Rys. 3. Nagłówek pierwszego wydania Nullungsverordnung

- B. Z sieci rozdzielczej o układzie TN można zasilac zarówno instalacje odbiorcze o układzie TN, jak i instalacje o układzie TT (wyspy TT w sieci TN), ale sytuacji tej nie można odwrócić, nie można wykonać wyspy TN w sieci TT. Wobec tego **nowo budowane publiczne sieci rozdzielcze – bez żadnych wyjątków – powinny mieć układ TN**, o czym piszę od 16 lat [4].
- C. Układ TN, mający jeden wspólny dla całej sieci nn system przewodów ochronnych (PEN i PE) i ich uziemień, sprzyja tworzeniu zespolonej instalacji uzemiającej (ZIU), która powinna obejmować również uzimienia poprzedzającej sieci zasilającej średniego napięcia (SN). W tym celu w stacjach zasilających SN/nn należy bezwzględnie **preferować uzimienie ochronne urządzeń SN wspólne z uzimieniem roboczym sieci nn**. Rozdzielenie uzimień powinno być dopuszczalne tylko w przypadkach wyjątkowych i wnikliwie uzasadnione. Dzięki utworzeniu zespolonej instalacji uzemiającej znikają problemy związane z wartością rezystancji uzimienia podczas projektowania i w czasie eksploatacji sieci i urządzeń elektroenergetycznych.
- D. Istniejące **sieci rozdzielcze o układzie TT należy przekształcać w sieci o układzie TN** przy każdej nadarzającej się sposobności: rozbudowie, przebudowie i modernizacji. To przekształcanie nie będzie kłopotliwe ani kosztowne, jeżeli obecne polskie wymagania dla sieci TN zładodzi się do poziomu aktualnych standardów krajów z zerowaniem (Niemiec, Austrii i Szwajcarii). Dzięki temu znikną na zawsze problemy kłopotliwego sąsiedowania sieci TN z sieciami TT i żalose próby uzasadniania przeróżnych rozwiązań prowizorycznych, sprzecznych z zasadami wiedzy technicznej.

- E. Przystosowanie instalacji do układu TN i nowych warunków zasilania z układu TN mogłoby się odbywać na warunkach przyjętych w austriackim rozporządzeniu *Nullungsverordnung* [10], już w praktyce zweryfikowanych na terenie całej Austrii:
- Główną szynę wyrównawczą należy połączyć z uziomem fundamentowym. Jeśli go nie ma, to należy wykonać uziom sztuczny poziomy o długości nie mniejszej niż 10 m lub pionowy o długości nie mniejszej niż 4,5 m. Nie stawia się żadnych wymagań odnośnie do wartości rezystancji uziemienia.
 - Dotychczasowe przewody N o przekroju nie mniejszym niż 10 mm² Cu (16 mm² Al) można wykorzystać jako przewody PEN po oznaczeniu końcówek barwami zieloną/żółtą.
 - Przejście w instalacji odbiorczej na zerowanie (układ TN) nie oznacza **zmiany zasadniczej** w rozumieniu przepisów, to znaczy – nie oznacza obowiązku doprowadzenia całej instalacji odbiorczej do stanu zgodności z aktualnymi normami i przepisami.

Literatura

1. Haas B.: *Zukunft der Straßenbeleuchtung*. Energieberatung Niederösterreich, 2011.
2. Höhne L., Schröter H. G.: *Straßenbeleuchtung*. VDE-Verlag&VWEV-Verlag, 1998.
3. Musiał E.: Ochrona od porażień w układach IT, TT i TN. Współdziałanie dwóch różnych układów w jednej instalacji. *Miesięcznik SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”*, 2013, nr 162-163, s. 3-68.
4. Musiał E.: Alternatywa „układ TN czy układ TT” w niskonapięciowej sieci rozdzielczej wspólnej. W: [Materiały] XI Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Bezpieczeństwo elektryczne”, Wrocław, 1997. Inst. Energoelekt. Polit. Wroc., SEP Oddz. Wrocław. 1997, t. I, s. 118-125. www.edwardmusial.info/pliki/alt_tn_tt.pdf
5. PN-HD 60364-1:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 1: Wymagania podstawowe, ustalenie ogólnych charakterystyk, definicje.
6. PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
7. PN-EN 12767:2008 Bierne bezpieczeństwo konstrukcji wsporczych dla urządzeń drogowych. Wymagania i metody badań (oryg.).
8. Richtlinie zur Errichtung von Straßenbeleuchtungsanlagen. Erfurt Stadtverwaltung, 2012.
9. Marché Public de Travaux. Cahier des clauses techniques particulières applicable aux travaux d'éclairage public commun à tous les lots. SYDEC ER 2010.
10. Nullungsverordnung – Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten vom 16. September 1998 über die Anforderungen an öffentliche Verteilungsnetze mit der Nennspannung 400/230 V und an diese angeschlossene Verbraucheranlagen zur grundsätzlichen Anwendung der Schutzmassnahme Nullung. <http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10012816>.