



Zasadność przeprowadzania badań typu ograniczników przepięć do ochrony instalacji niskoprądowych

Opracowanie:

dr inż. Tomasz Maksimowicz

RST sp. j.

15-569 BIAŁYSTOK,
ul. Myśliwska 2

tel.: 85 741 08 40 85 741 08 80
fax: 85 741 09 69

www.rst.pl
e-mail: rst@rst.pl



Białystok, luty 2016 r.

1. Wstęp

Na rynku pojawia się coraz więcej producentów ograniczników przepięć, oznaczanych obecnie jako SPD (*ang. surge protecting device*), dedykowanych do ochrony instalacji niskoprądowych. Spowodowane jest to szybkim wzrostem zapotrzebowania na tego typu produkty w wyniku powszechnego stosowania tych systemów w coraz większej liczbie obiektów oraz ich niedostateczną odpornością na przepięcia będące skutkiem oddziaływania wyładowań atmosferycznych. Linie niskosygnałowe wymagające ochrony przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym są dzisiaj elementami licznych systemów teletechnicznych, wśród których najbardziej znane są takie jak instalacje telefoniczne, transmisji danych, teleinformatyczne, sieci komputerowych, sygnalizacji (alarmu włamania i napadu, alarmu pożaru, informacyjna), kontroli dostępu, telewizji (dozorowej CCTV, kablowej), radiofonii, telemechaniki, telemetrii, telematyki oraz systemów automatyki i sterowania.

Niestety wiele z dostępnych na rynku urządzeń SPD, często produkowanych na rynku azjatyckim, jest bardzo niskiej jakości i nie spełnia wymagań odpowiednich norm, co stwarza realne zagrożenie pojawienia się szkód w chronionych instalacjach, a w ich konsekwencji – innych problemów natury ekonomicznej, strategicznej, czy prawnej, a nawet związanych z zagrożeniem życia istot żywych. Związane jest to z wprowadzaniem na rynek krajowy SPD nie poddanych procesowi badania zgodności z normą PN-EN 61643-21 zharmonizowaną z Dyrektywą 2006/95/WE - Niskonapięciowy sprzęt elektryczny (LVD). Poza oczywistym aspektem związanym z łamaniem tym samym prawa przez nieuczciwych producentów inną, wynikającą z takiego stanu rzeczy, niezwykle istotną kwestią jest wprowadzanie w błąd projektantów takich instalacji z uwagi na deklarowanie przez producentów nieprawdziwych parametrów oferowanych SPD, podawanych w ich kartach katalogowych wyłącznie na podstawie parametrów elementów składowych oferowanych ograniczników (diod, warystorów, odgromników), bez przeprowadzenia odpowiednich, wymaganych prawem badań.

W niniejszym artykule przedstawiono argumentację dla zasadności przeprowadzania badań ograniczników przepięć, których potrzeba wynika z odpowiednich przepisów i norm, a także zamieszczono wskazówki dla projektantów, inspektorów i inwestorów dotyczące głównych parametrów SPD, na które należy zwracać uwagę przy doborze elementów zabezpieczających.

2. Ogólne bezpieczeństwo produktów a harmonizacja przepisów technicznych w Unii Europejskiej

Zgodnie z regulacjami prawnymi Wspólnoty Europejskiej każdy produkt wprowadzany na teren Europejskiego Obszaru Gospodarczego powinien spełniać zasadnicze wymagania dotyczące bezpieczeństwa produktów. W przypadku Rzeczypospolitej Polskiej jest to uregulowane ustawą z dnia 12 grudnia 2003 r. o ogólnym

bezpieczeństwie produktów [1], której przepisy wdrażają postanowienia dyrektywy 2001/95/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 3 grudnia 2001 r. w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów [2]. Zgodnie z jej zapisami „Domniemywa się, że produkt spełniający wymagania wynikające z norm krajowych państw członkowskich Unii Europejskiej, będących transpozycją norm europejskich uznanych przez Komisję Europejską za zgodne z przepisami dotyczącymi ogólnego bezpieczeństwa produktów, do których odniesienia Komisja Europejska opublikowała w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej, jest produktem bezpiecznym w zakresie wymagań objętych tymi normami.”

W związku z tym, w myśl zapisów ustawy [1] „Prezes Polskiego Komitetu Normalizacyjnego ogłasza dwa razy w roku, według stanu na dzień 30 czerwca i 31 grudnia każdego roku, w drodze obwieszczenia, w Dzienniku Urzędowym Rzeczypospolitej Polskiej „Monitor Polski”, numery i tytuły Polskich Norm, będących transpozycją norm europejskich, uznanych przez Komisję Europejską za zgodne z przepisami dotyczącymi ogólnego bezpieczeństwa produktów, do których odniesienia Komisja Europejska opublikowała w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej”. Oznacza to w praktyce, iż każdy produkt przed wprowadzeniem na rynek powinien być rzetelnie przebadany zgodnie z wymaganiami stosownych norm wymienionych w tym wykazie i oznaczony skrótem „CE” pochodzącym od francuskiego określenia Conformité Européenne, co oznacza zgodny z dyrektywami Wspólnoty Europejskiej. Tylko taki wyrób ma prawo być wprowadzony na rynek dowolnego państwa członkowskiego Wspólnoty Europejskiej.

Niestety, zbyt często spotykamy się ostatnio z sytuacją, gdy producent lub dystrybutor wydaje deklarację na zgodność produktu z normami zharmonizowanymi pomimo braku przeprowadzonych badań lub gdy urządzenia wyprodukowane np. na rynku azjatyckim są wprowadzane na rynek krajowy pod własną marką podmiotu krajowego. Jeśli dodatkowo są one oznaczone znakiem China Eksport łądząco podobnym do oryginalnego znaku CE, to niedoświadczonemu użytkownikowi często trudno jest się zorientować w niezgodności takich produktów z dyrektywami Wspólnoty Europejskiej. Producenci, którzy nie przeprowadzają wymaganych prawem badań mogą pozwolić sobie na oferowanie swoich produktów po znacznie niższych cenach niż ich rzetelni konkurenci. W takim przypadku można jednoznacznie stwierdzić, że „Tani nie oznacza dobry”, a takie postępowanie należy uznać za czyn nieuczciwej konkurencji.

Określanie parametrów SPD bez weryfikowania ich na podstawie gruntownych badań zawsze obarczone jest ogromnym ryzykiem podania nieprawdziwych danych. Nabywca takiego produktu jest w związku z tym wprowadzany w błąd kupując produkt o parametrach niezgodnych z deklaracją producenta o zazwyczaj znacznie niższej jakości. W oczywistej konsekwencji takiego stanu rzeczy może to się stać przyczyną błędnego funkcjonowanie instalacji, którą ogranicznik ma za zadanie chronić. Taki ogranicznik przepięć, z uwagi na „oszczędnościowy sposób jego produkcji” może charakteryzować się w rzeczywistości znacznie niższą od deklarowanej odpornością udarową, węższym pasmem częstotliwościowym jego pracy lub też nie będzie wytrzymywać deklarowanych warunków środowiskowych (temperatur i wilgotności).

3. Wymagania i próby według normy PN-EN 61643-21

Zakres warunków probierczych oraz wymagań dla ograniczników przepięć dedykowanych do ochrony obwodów niskonapięciowych określa norma PN-EN 61643-21 [3] zharmonizowana z Dyrektywą 2006/95/WE - Niskonapięciowy sprzęt elektryczny (LVD) [4], którą możemy znaleźć w wykazie norm zharmonizowanych zamieszczonym w Obwieszczeniu Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (jego ostatnią wersję ogłoszono w dniu 13 lipca 2015 r. [5]). Celem takich badań jest określenie sposobu funkcjonowania SPD w oparciu o wymagania dotyczące jego cech. Jest sprawą oczywistą, że producent może w pełni świadomie oferować bezpieczny produkt o deklarowanej jakości wyłącznie po przeprowadzeniu serii prób wymaganych w odpowiedniej normie, a wtedy użytkownik, na podstawie dokumentu potwierdzającego zgodność produktu z wymaganiami odpowiednich norm, może mieć pewność, że zakupiony towar będzie jakościowo dobry i bezpieczny. Wiadomo również, że wprowadzenie na rynek nowej serii produktów wymaga przebadania każdego typu ogranicznika, co wiąże się z dużymi kosztami, które producenci muszą uwzględnić kształtując odpowiednio ich cenę.

Wymagania jakie stawia norma PN-EN 61643-21 można podzielić na następujące grupy:

- wymagania ogólne,
- wymagania elektryczne,
- wymagania mechaniczne i
- wymagania środowiskowe.

Wymagania ogólne dotyczą identyfikacji i oznakowania produktu oraz jego dokumentacji. Dla każdego ogranicznika producent powinien podać przynajmniej następujące informacje:

- nazwa producenta lub jego znak fabryczny,
- czas produkcji (rok i tydzień) lub numer seryjny,
- numer katalogowy,
- zakres temperatur pracy,
- największe napięcie trwałej pracy U_c ,
- prąd znamionowy I_N ,
- napięciowy poziom ochrony U_p ,
- czas resetu po udarze,
- odporność na prąd przemienny,
- odporność na udary,
- rodzaj uszkodzenia przy przeciążeniu,
- charakterystyki transmisji,
- rezystancja szeregową.

Niektóre z powyższych parametrów nie muszą być podawane, jeżeli ze względu na typ ogranicznika nie mają one zastosowania, np.: jeżeli element włączany jest w chroniony obwód równoległy, to nie jest poddawany próbom prądu znamionowego czy rezystancji szeregową.

Na obudowie ogranicznika powinny znaleźć się co najmniej takie informacje jak: nazwa wytwórcy lub jego znak fabryczny, czas produkcji lub numer seryjny, numer modelu oraz największe napięcie trwałej pracy. Oznakowanie to ponadto powinno być czytelne i trwałe – odporne na ścieranie.

Wymagania elektryczne weryfikowane są szeregiem prób, które pozwalają na określenie najważniejszych parametrów ogranicznika przepięć. Zakres prób zależny jest od typu ogranicznika przepięć, jego przeznaczenia oraz zasady działania. Dla każdego ogranicznika przeprowadzone powinny być następujące próby:

- największe napięcie trwałej pracy U_c ,
- rezystancja izolacji,
- udarowe napięcie ograniczania U_p ,
- odporność na udary,
- rodzaj uszkodzenia przy przeciążeniu.

Próba największego napięcia trwałej pracy ma na celu potwierdzenie czy ogranicznik jest zdolny do pracy przy napięciu, dla którego został zaprojektowany – przy doprowadzeniu do zacisków ogranicznika napięcia o wartości U_c nie powinny działać żadne z elementów ograniczających napięcie a prąd upływu nie powinien przekraczać określonej wartości. Parametr rezystancji izolacji w praktyce ma niewielkie znaczenie, a dla użytkownika bardziej istotny jest natomiast maksymalny prąd upływu, jaki może wystąpić przy napięciu U_c .

Próba odporności ma na celu potwierdzenie, czy ogranicznik wytrzyma bez degradacji swoich właściwości określone typy udarów. W tablicy 1. przedstawiono kategorie testowania ograniczników przepięć według normy PN-EN 61643-21 z przypisanymi im kształtami udarów i liczbą narażeń, jakim poddawany jest badany element. Dla każdego ogranicznika wymagane jest przebadanie odporności na udary według przynajmniej jednej kategorii z grupy C. Zawarte w tabeli wartości szczytowe udarów są wartościami sugerowanymi – producent zawsze ma prawo stworzyć produkt o wyższej odporności.

Tablica 1. Parametry udarów prądowych i napięciowych stosowanych w badaniach ograniczników przepięć dla linii sygnałowych wg PN-EN 61643-21				
Kategoria	Typ próby	Napięcie obwodu otwartego	Prąd obwodu zwartego	Minimalna liczba udarów
A1	Bardzo wolny czas narastania	≥ 1 kV $0,1 \div 100$ kV/s	10 A czas trwania ≥ 1000 μ s	-
A2	Prąd przemienny (AC)	0,1 \div 20 A_{rms} (48 – 62 Hz) typowo: czas trwania 1 s		Jeden cykl
B1	Wolny czas narastania	1 kV 10/1000 μ s	100 A 10/1000 μ s	300
B2		1 kV \div 4 kV 10/700 μ s	25 A \div 100 A 5/300 μ s	300
B3		≥ 1 kV 100 V/ μ s	10 A \div 100 A 10/1000 μ s	300
C1	Szybki czas narastania	0,5 kV \div 2 kV 1,2/50 μ s	0,25 kA \div 1 kA 8/20 μ s	300
C2		2 kV \div 10 kV 1,2/50 μ s	1 kA \div 5 kA 8/20 μ s	10
C3		≥ 1 kV 1 kV/ μ s	10 A \div 100 A 10/1000 μ s	300
D1	Duża energia	≥ 1 kV	0,5 kA \div 2,5 kA 10/350 μ s	2
D2		≥ 1 kV	0,6 kA \div 2 kA 10/250 μ s	5

Producent powinien określić kategorię udaru, według jakiej ogranicznik był testowany (np.: C1/C2/D1) oraz kształt i wartość szczytową prądu udarowego użytego podczas wykonywania prób.

Podając napięciowy poziom ochrony producent powinien zawsze podać, przy jakim typie udaru określono deklarowaną wartość U_p , np.: $U_p \leq 40$ V przy próbie C1 dla prądu $I_n = 0,5$ kA. Podanie kategorii testowania jednoznacznie określa kształt udaru np.: dla kategorii C1 i C2 jest to udar prądowy o kształcie 8/20 μ s. Napięcie, jakie może pojawić się na zaciskach wyjściowych SPD zależy od typu udaru, przykładowo napięcie zadziałania odgromnika gazowanego zależy od stromości udaru napięciowego – im szybszy czas narastania tym wyższe napięcie zadziałania. Przykładowo dla udarów z grupy C najniższy poziom ochrony U_p zawsze będzie występował dla kategorii C3, a najwyższy dla kategorii C2.

Rodzaj uszkodzenia przy przeciążeniu pozwala z kolei na określenie, w jaki sposób zachowuje się SPD w wyniku uszkodzenia po narażeniu udarem o wartości przekraczającej jego parametry krytyczne. Uszkodzony ogranicznik może spowodować zwarcie chronionej linii, rozwarcie lub odłączenie elementu ochronnego. W niektórych sytuacjach taka informacja może być istotna dla użytkownika, przykładowo wtedy, gdy wymaga się aby po uszkodzeniu SPD linia dalej mogła pracować bez zakłóceń nawet jeżeli funkcja ochronna już nie działa.

Dla pewnych typów SPD często występuje potrzeba przeprowadzenia dodatkowych prób. I tak, jeżeli element włączany jest w chroniony obwód szeregowo należy przeprowadzić próby prądu znamionowego i rezystancji szeregowej. Dla SPD zawierających elementy ucinające napięcie (odgromniki gazowe) przeprowadza się z kolei próbę czasu resetu, która pozwala na określenie, po jakim czasie od wystąpienia przepięcia ogranicznik powróci do stanu normalnej pracy. Dla SPD wielostopniowych, czyli złożonych przykładowo z odgromnika i diod oddzielonych włączoną szeregowo rezystancją lub indukcyjnością, przeprowadza się próbę martwej strefy, w celu zbadania w jakim zakresie napięć udarowych oba stopnie ochrony działają jednocześnie. Dla SPD zawierających elementy ograniczające prąd należy przeprowadzać dodatkowe próby, które mają na celu określenie, przy jakich wartościach natężenia prądu funkcja ograniczania zaczyna działać i po jakim czasie SPD powraca do normalnej pracy samoistnie lub czy wymaga on resetu.

W zależności od przeznaczenia ogranicznika wymagane mogą być także próby transmisji definiujące takie parametry jak: pojemność, tłumienność (wtrąceniowa, odbiciowa, wzdluzna), bitowa stopa błędu oraz przesłuch zbliżny.

Wymagania mechaniczne dotyczą prób weryfikujących jakość zastosowanych zacisków lub złącz i ich wytrzymałość w warunkach użytkowania. Próby te odnoszą się ponadto do takich właściwości obudowy SPD jak: stopień ochrony IP oraz odporność na ogień.

Dla SPD przeznaczonych do pracy w zakresie temperatur od -5°C do $+40^{\circ}\text{C}$ przy wilgotności względnej od 10% do 80% norma nie wymaga przeprowadzania **prób środowiskowych**. Inaczej jest w przypadku ograniczników, które mają pracować

przykładowo przy temperaturach od -40°C do $+80^{\circ}\text{C}$ i wilgotności względnej do 96% - te wymagają już specjalnych badań w komorach klimatycznych.

4. Parametry deklarowane przez producentów

Z praktyki wynika, iż o tym, czy producent rzeczywiście przeprowadził wymagane badania na zgodność z normą mogą świadczyć już podane w kartach katalogowych nieprawidłowe parametry. Przede wszystkim często podawane są tylko wybiórcze parametry, a te najważniejsze, które określają graniczne parametry elektryczne, przy jakich SPD ma pracować są pomijane. Uwagę zwracają też dziwne brzmiące nazwy podawanych parametrów. Niestety zdarza się również, że producent podaje parametry ogranicznika jedynie na podstawie danych z kart katalogowych elementów składowych wykorzystanych do konstrukcji.

W dalszej części artykułu zostaną przedstawione trzy przykłady parametrów ograniczników przepięć podawanych przez różnych producentów, które mogą stanowić podstawę do wnioskowania o braku przeprowadzonych prób SPD (Uwaga: Zachowano oryginalne nazewnictwo parametrów podawane przez producentów w instrukcjach, DTR lub kartach katalogowych).

Przykład 1 – Producent X

Z analizy parametrów podawanych dla SPD przeznaczonym do ochrony toru transmisji wizji po kablu koncentrycznym wynika, iż producent X najwyraźniej nie jest świadomy potrzeby zastosowania normy PN-EN 61643-21 opracowanej właśnie dla celów przeprowadzenia prób typu ograniczników przepięć linii niskosygnałowych.

W tabelicy 2, zawierającej dane podane przez producenta X w brzmieniu oryginalnym, w pierwszej kolejności uwagę zwraca wartość napięcia pracy, które według producenta wynosi aż 4 kV, podczas gdy rzeczywiste wartości napięć sygnałów wizyjnych w chronionym torze sygnałowym nie przekraczają pojedynczych woltów.

Tablica 2. SPD do stosowania w torze transmisji wizji po kablu koncentrycznym (Producent X)	
Czas zadziałania	Maks. 1 ns
Napięcie pracy	Maks. 4 kV
Żywotność	300 przepięć o wartości 100 A/s
Rezystancja pracy	10 000 M Ω
Rezystancja zwarcia toru przepięciowego	Okolo 0 Ω
Pasmo pracy	0 ~ 1 GHz
Tłumienność wtrąceniowa	< 0.2 dB
Tłumienność odbicia (75 Ohm)	16 dB

Nie jest zrozumiałą także zapis dotyczący „żywoćności”: „300 przepięć o wartości 100 A/s”, gdyż nie dotyczy on wymagań związanych z SPD. „Rezystancja pracy”, podana jako 10 000 M Ω , to prawdopodobnie rezystancja izolacji, którą jednak należy podawać wraz z wartością napięcia, przy jakiej jest ona zachowana. Wątpliwości może także budzić szerokie pasmo pracy aż do 1 GHz przy tłumienności wynoszącej zaledwie 0,2 dB – uzyskanie takiej wartości przy zwykłych złączach

BNC, jakie zastosowano w tym ograniczniku jest w praktyce niemożliwe. Producent nie podaje natomiast żadnego z podstawowych parametrów takich jak: znamionowych wartości napięcia i prądu czy napięciowego poziomu ochrony.

Według deklaracji producenta X oferowany SPD przeznaczony jest do stosowania w torze transmisji wizji po kablu koncentrycznym i spełnia wymagania następujących norm:

PN-EN 61000-6-3:2008: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - Część 6-3: Normy ogólne - Norma emisji w środowiskach: mieszkalnym, handlowym i lekko uprzemysłowionym

oraz

PN-EN 50130-4:2002+A2:2007: Systemy alarmowe - Część 4: Kompatybilność elektromagnetyczna - Norma dla grupy wyrobów: Wymagania dotyczące odporności urządzeń systemów alarmowych, pożarowych, włamanio- wych i osobistych

Żadna z wymienionych norm w rzeczywistości nie dotyczy wymagań dla ograniczników przepięć. Deklaracji na zgodność z właściwą normą PN-EN 61643-21 w tym przypadku brak, co oznacza, że produktu nie można było wprowadzić na rynek krajów Wspólnoty Europejskiej.

Przykład 2 - Producent Y

W drugim przykładzie przedstawionym w tabelicy 3 zaczerpniętej z danych udostępnianych przez producenta Y uwagę należy zwrócić na określenie ogranicznika przepięć jako „Zabezpieczenie antyprzepięciowe” oraz na prawdopodobny skład układu ochronnego, w który wbudowano „Iskrownik” - nieznaną w grupie elementów ochrony przed przepięciami.

Tablica 3. Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe do AHD, HD-CVI, HD-TVI, HDO-1F-EXT (Producent Y)	
Impedancja	75 Ohm
Pasma przenoszenia	100 MHz
Tłumienie	0,05 dB
Zabezpieczenie antyprzepięciowe	3 - Iskrownik, Ochronnik gazowy, Transil, Bezpiecznik MOSFET
Ochrona linia-ziemia	Ochronnik gazowy: 90V, 2x10kA @ 8/20uS
Ochrona linia-linia	Mostek ochronny: 6V, 15A @ 8/20uS
Maksymalny poziom przepięcia	4 kV
Pojemność obwodu zabezpieczenia	1 ~ 2 pF
Temperatura pracy	-40°C do +60°C

Kolejną „nowością” są również parametry określone jako „ochrona linia-ziemia” i „ochrona linia-linia”. Z kolei podanie informacji w rodzaju: „Ochronnik gazowy: 90V, 2x10kA @ 8/20uS” może wprowadzić użytkownika w błąd. Podana wartość 90 V - to w rzeczywistości najczęściej statyczne napięcie zapłonu odgromnika gazowego, która przez niedoświadczonego użytkownika może być rozumiana jako napięciowy poziom ochrony, a ten parametr dla odgromników ma typowo wartość rzędu kilkuset woltów. Można się zatem domyślić, że w tym przypadku producent nie podaje napięciowego poziomu ochrony określonego podczas badań typu a jedynie wybrane parametry elementów składowych układu ochronnego.

Pojawia się tu również nowy, niespotykany w normie [3] parametr określony jako „Maksymalny poziom przepięcia” wynoszący 4 kV, który jest trudny do interpretacji bez określenia typu udaru. Warto zauważyć, iż jeżeli jednak producent w tym punkcie ma na myśli udar kombinowany (udar napięciowo-prądowy $1,2/50 \mu\text{s}$ – $8/20 \mu\text{s}$), to rzeczywista wytrzymałość ogranicznika narażanego udarem 4 kV wyniesie jedynie 2 kA $8/20 \mu\text{s}$ (co wynika z impedancji 2Ω generatora udarów kombinowanych). Ta wartość jest kilkakrotnie mniejsza od podawanej wartości 10 kA dla „ochronnika gazowego”. Jednak bez dokładnych informacji można się tylko domyślać, co producent miał na myśli, a to jest niedopuszczalne przy ocenie zgodności elementu z normą zharmonizowaną. U tego samego producenta w kartach katalogowych innych produktów można ponadto spotkać podobne, mało zrozumiałe zapisy, np.: „Poziom ochrony linia-ziemia: 90V-4kV, 2~4kA, 8/20uS Vc”.

Podobnie jak w przykładzie 1. producent Y nie podaje podstawowych znamionowych parametrów elektrycznych pracy ogranicznika, zamieszcza natomiast informację o zastosowaniu bezpiecznika MOSFET. Według opisów zamieszczanych przez producenta Y „Bezpiecznik MOSFET automatycznie wykrywa wzrost natężenia prądu i rozłącza obwód chroniony w czasie $1\mu\text{s}$ ”. Zgodnie z wymaganiami zawartymi w normie [3] przy stosowaniu takich elementów powinny być przeprowadzone szczegółowe próby związane z funkcją ograniczania prądu, a dla ogranicznika powinna być zadeklarowana konkretna wartość prądu, przy jakiej funkcja ta zaczyna działać. Podanie wartości prądu znamionowego SPD jest w tym przypadku konieczne, ponieważ jeżeli natężenie prądu w chronionym obwodzie w warunkach normalnej pracy będzie mogło osiągać wartości przekraczające próg zadziałania bezpiecznika, to mogłoby to prowadzić do zakłócania pracy chronionego toru sygnałowego.

Deklarowany zakres temperatur pracy od -40°C do $+60^{\circ}\text{C}$ wymagałby od producenta Y przeprowadzenia dodatkowych prób środowiskowych. Na tle wątpliwości, jakie przedstawiono wcześniej jest to raczej mało prawdopodobne.

Z kolei na swojej stronie internetowej producent Y zamieszcza deklarację, że omawiany produkt spełnia wymagania normy PN-EN 61643-21. Biorąc pod uwagę sposób podawania parametrów SPD deklaracja ta budzi poważne wątpliwości.

Przykład 3 – Producent Z

Deklarowane przez producenta Z parametry oferowanego ogranicznika przepięć przedstawiono w tabelicy 4. i na pierwszy rzut oka mogą się one wydawać prawidłowe.

Producent podaje znamionowe i maksymalne wartości napięć i prądów ogranicznika, wartości maksymalne napięć na wyjściu oraz maksymalne wartości prądów udarowych. Dokładne przeanalizowanie dokumentacji techniczno-ruchowej tego SPD skłania jednak do sformułowania poważnych zastrzeżeń.

Jeśli deklarowane maksymalne napięcie pracy wynosi 22 V dla prądu stałego, to niezrozumiały jest zapis „ $U_p \geq 100 \text{ V DC}$ ” podawany obok wartości rezystancji izolacji. Oznaczenie U_p powinno być stosowane tylko dla napięciowego poziomu ochrony. Rezystancja izolacji lub prąd upływu, powinny być określane dla wartości maksymalnego napięcia trwałej U_c , czyli w tym przypadku dla 22 V.

Tablica 4. Ogranicznik przepięć do ochrony obwodów sterowania w obwodach prądu stałego DC 15 V (Producent Z)	
Znamionowe napięcie pracy	15 V dc
Maksymalne napięcie robocze	22 V dc
Znamionowy prąd obciążenia	2,0 A
Szczytowa wartość prądu obciążenia	3,5 A przy temperaturze < 25 C
Rezystancja przejścia zacisk (x)1 do (x)11	$\leq 80 \text{ m}\Omega$
Rezystancja izolacji	100 M Ω ($U_p \geq 100 \text{ V DC}$)
Wyjściowe napięcie ochronne	zacisk (+)12 do zacisk (-)11 max 22 V zaciski (+)12 i/lub (-)11 do PE max 300 Vdc
Maksymalny prąd pojedynczego udaru prądowego 8/20 μs L1 i/lub L2 do PE	1200 A
Maksymalny prąd pojedynczego udaru prądowego 8/20 μs L1 do L2	120 A

W dokumentacji techniczno-ruchowej tego ogranicznika producent Z zamieścił dodatkowo parametry elementów składowych wykorzystanych do zbudowania układu ogranicznika: warystora i diody (tabl. 4).

Tablica 5. Parametry elementów składowych ogranicznika przepięć podane w dokumentacji techniczno-ruchowej producenta Z	
Warystory V1, V2 typ - S07K230	Dioda lawinowa 5KE39A
$U_{\text{rms}} = 230 \text{ V}$, $U_{\text{dc}} = 300 \text{ V}$, $W_{\text{max}} (2 \text{ ms}) = 17 \text{ J}$, $I_{\text{max}}(8/20\mu\text{s}) = 1200 \text{ A}$	$U_{\text{cl}} = 26,0\text{V}$, $U_{\text{BRmin}} = 21,7\text{V}$, $U_{\text{BRzn}} = 22,0\text{V}$, $U_{\text{BRmax}} = 23,0\text{V}$, $U_{\text{cl}} = 55,0\text{V}$ dla $I_{\text{pp}} 8/20\text{s} = 125\text{A}$. U_{RM} - dopuszczalne wsteczne napięcie spoczynkowe, U_{BR} - napięcie przebicia, U_{cl} - max napięcie ograniczania.

Analizując podane przez producenta Z informacje można wywnioskować, że nie przeprowadził on wymaganych badań typu danego ogranicznika przepięć a jego dane przedstawiane jako parametry techniczne określone zostały wyłącznie na podstawie parametrów zastosowanych elementów składowych i to w dodatku w sposób błędny. Dla przykładu: określenie „wyjściowe napięcie ochronne” nie występuje w wykazie normatywnych parametrów, jednak, jeśli nawet przyjąć je za poprawne, to dla projektanta jest ono jednoznaczne z napięciowym poziomem ochrony. W rzeczywistości producent Z podaje tu jednak znamionową wartość napięcia przebicia diody ($U_{\text{BRzn}} = 22,0 \text{ V}$) i znamionowe napięcie pracy warystora ($U_{\text{dc}} = 300 \text{ V}$). Wartości te nie mają nic wspólnego z napięciowym poziomem ochrony ogranicznika przepięć, który w rzeczywistości jest znacznie wyższy. Jeśli zwrócimy uwagę na wartość maksymalnego napięcia ograniczania samej diody $U_{\text{cl}} = 55,0 \text{ V}$, to zauważymy, że jest ona ponad dwukrotnie większa niż deklarowana w parametrach SPD wartość „max 22 V”. Producent Z w ogóle nie deklaruje zgodności swojego produktu z jakąkolwiek normą.

5. Prawidłowe parametry ogranicznika przepięć

W tablicy 6. przedstawiono zestawienie prawidłowo określonych parametrów SPD na przykładzie ogranicznika przepięć **RST Guard 12V** produkcji RST sp.j.

Tablica 6. Przykład prawidłowego podawania parametrów ogranicznika przepięć
RST Guard 12V

Nazwa parametru technicznego	Symbol	Oznaczenie lub wartość	
Kategoria testowania wg PN-EN 61643-21		C1/C2/D1	
Napięcie znamionowe	U_n	12 V	
Maksymalne napięcie trwałej pracy dc	U_c	14,5 V=	
Maksymalne napięcie trwałej pracy ac	U_c	10 V~	
Prąd znamionowy	I_N	0,5 A	
C1: znamionowy prąd wyładowczy (8/20 μ s)/linia	I_n	0,5 kA	
C2: znamionowy prąd wyładowczy (8/20 μ s)/linia	I_n	5 kA	
C2: maksymalny prąd wyładowczy (8/20 μ s)	I_{max}	20 kA	
D1: maksymalny prąd piorunowy (10/350 μ s)	I_{imp}	3,5 kA	
Napięciowy poziom ochrony	przy I_n C1	linia – linia	20 V
		linia – ziemia	20 V
	przy I_n C2	linia – linia	35 V
		linia – ziemia	35 V
Częstotliwość graniczna 3 dB	f_{3dB}	1000 kHz	
Rezystancja szeregową na linię	R_{DC}	2,2 Ω	
Prąd upływu przy U_c	I_L	< 1 μ A	
Zakres temperatur pracy	T	-40...+80°C	
Przekrój przewodów	s	0,2 ... 4 mm ²	
Materiał obudowy/Klasa niepalności		ABS V0	
Stopień ochrony	IP	IP 20	
Montaż		szyna 35 mm	
Numer katalogowy		100 012	

W tym przypadku producent w pierwszej kolejności deklaruje kategorie testowania wg normy PN-EN 61643-21, co zorientowanemu użytkownikowi lub projektantowi daje wstępne informacje o poziomie odporności SPD. Kolejne parametry informują o znamionowych wartościach napięcia i prądu, przy jakich ograniczniki może pracować. Wartości szczytowe prądów udarowych podawane są razem z kształtem udaru oraz kategorią testowania. Kategorie C1 i C2 świadczą o testowaniu udarem o kształcie 8/20 μ s i narażeniu ogranicznika w czasie badań odpowiednio 300 udarami dla kategorii C1 i 10 udarami kategorii C2 zgodnie z wymaganiami prób typu omówionymi w tablicy 1.

Kategoria D1, odpowiadająca testowaniu udarami dużej energii, które są charakterystyczne dla częściowego prądu pioruna, pozwala na stosowanie ogranicznika na granicach stref ochrony odgromowej LPZ 0 i LPZ 1 do zabezpieczania żył zewnętrznych przewodów.

Napięciowe poziomy ochrony podawane są w tablicy 6. ze wskazaniem, dla jakiego typu udaru zostały określone. Pasma pracy podane jest przez określenie częstotliwości granicznej 3 dB, co oznacza, że przy danej wartości f_{3dB} moc sygnału na wyjściu ogranicznika zmaleje nie więcej niż o połowę. Podanie wartości prądu upływu dla danej wartości U_c zamiast wartości rezystancji izolacji wymaga, co prawda, dokonania odpowiedniego przeliczenia dla wyznaczenia rezystancji izolacji, ale jest za to bardziej praktyczne.

Ponadto, poza parametrami elektrycznymi, znaleźć tu można informacje o temperaturowym zakresie pracy, przekroju przewodów przyłączeniowych oraz właściwościach obudowy: materiał samogasnący ABS o klasie niepalności V0 i stopniu ochrony IP 20. Na końcu podany jest numer katalogowy pozwalający na jednoznaczny identyfikację produktu.

Podane w ten sposób parametry dają czytelne informacje, w jakim obwodzie ogranicznik może być zastosowany i jaka jest jego rzeczywista wytrzymałość udarowa.

Ważną kwestią jest również prawidłowy dobór wytrzymałości udarowej ograniczników przepięć. Zagadnienie to nie jest tematem niniejszego artykułu, jednak należy zaznaczyć, iż przyjęcie zasady, aby na granicy zewnętrznych stref ochrony odgromowej (granica między strefami LPZ 0 i LPZ 1) projektować ograniczniki przepięć zdolne do odprowadzania częściowych prądów piorunowych. W związku z tym, iż prąd piorunowy opisywany jest kształtem udaru 10/350 μ s, to ogranicznik odpowiedni do zainstalowania w tym miejscu powinien charakteryzować się kategorią D1, którą można mu nadać po przetestowaniu udarem dużej energii o kształcie 10/350 μ s.

6. Skutki braku weryfikacji parametrów SPD

Parametry znamionowe

Próby weryfikujące wartości znamionowych parametrów ogranicznika przepięć mają na celu zapewnienie poprawnej i bezpiecznej pracy chronionej instalacji bez wprowadzania niepożądanych zakłóceń. Krytyczne wartości parametrów SPD muszą z bezpiecznym marginesem odpowiadać maksymalnym wartościom napięć, prądów czy też częstotliwości sygnałów użytkowych, jakie mogą wystąpić w chronionym obwodzie, gdyż w warunkach normalnej pracy, ogranicznik z założenia powinien być „niewidoczny” dla zabezpieczanej instalacji.

Należy podkreślić, iż bez znajomości wartości podstawowego parametru, jakim jest maksymalne napięcie trwałej pracy U_c projektant nie jest w stanie ocenić, czy SPD nie spowoduje ograniczenia sygnałów użytkowych. Dobór ogranicznika o zbyt małym napięciu trwałej pracy może prowadzić do przekłamań w systemach pomiarowych (ograniczenie informacji przesyłanej sygnałem napięciowym) lub wręcz uniemożliwić poprawną pracę obwodów automatyki (ograniczenie zakresu sterowania urządzeń). Dobór SPD o odpowiedniej wartości U_c może ponadto mieć istotne znaczenie w systemach, gdzie konieczna jest kontrola prądów upływu.

Z kolei dobór ogranicznika o zbyt małym prądzie znamionowym stwarza wręcz zagrożenie, gdyż zbyt duża wartość prądu w chronionym obwodzie może prowadzić do nagrzewania się elementów szeregowych SPD, co może spowodować uszkodzenie ogranicznika, a w krytycznych sytuacjach -nawet pożar w instalacji.

Spełnienie wymagań normatywnych odnośnie do parametrów transmisyjnych może być z kolei krytyczne np. w przypadku sieci Ethernet lub w torach radiowych. Nieodpowiedni dobór SPD może tu prowadzić do ograniczenia poziomów sygnałów użytecznych poprzez spowolnienie transmisji danych lub ograniczenie mocy sygnału.

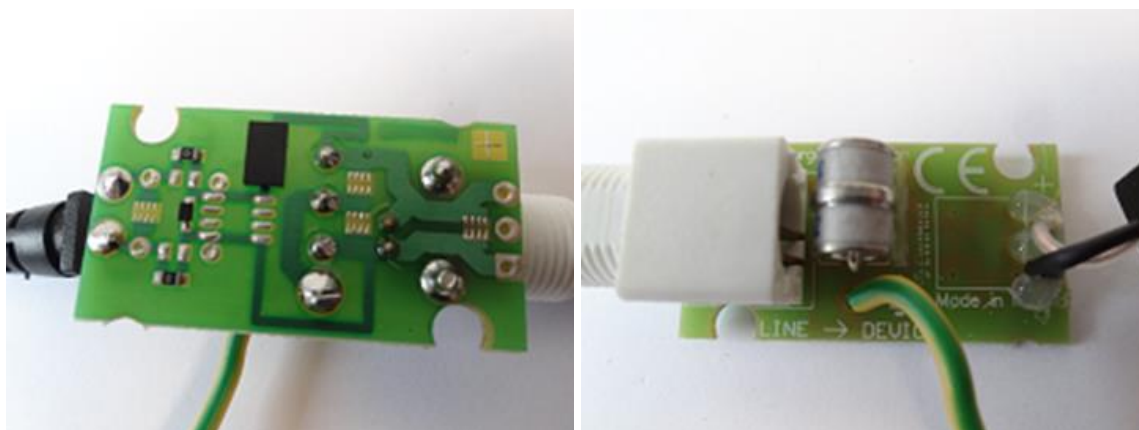
Parametry wytrzymałościowe

Jak pokazano na powyższych przykładach nierzetelni producenci często deklarują parametry ogranicznika przepięć na podstawie danych z kart katalogowych zastosowanych podzespołów takich jak: odgromniki gazowe, warystory czy diody. Co gorsza zdarza się, że nawet te parametry podawane są bez ich rozumienia i w

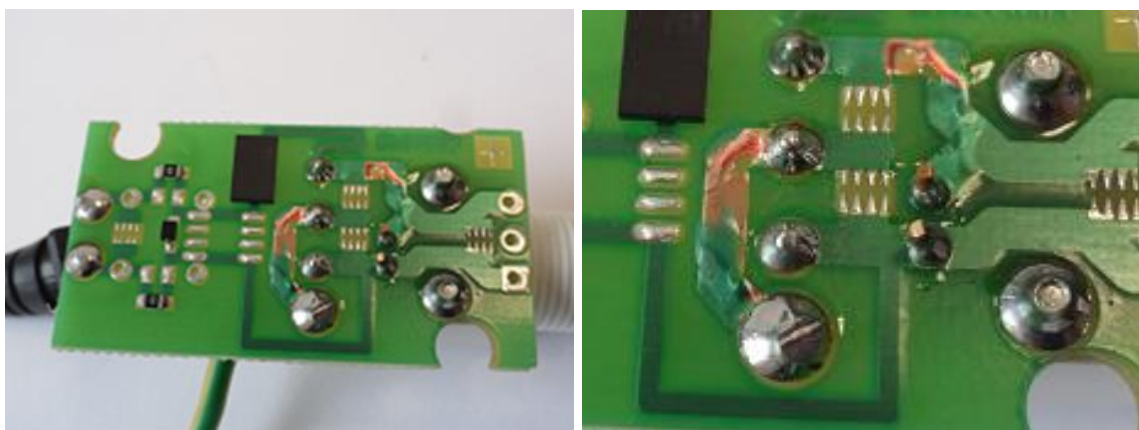
sposób niewłaściwy. Określanie parametrów SPD w ten sposób jest niedopuszczalne, ponieważ z oczywistych powodów właściwości oddzielnych elementów mogą różnić się radykalnie od parametrów zbudowanego z nich układu do ograniczania przepięć wmontowanego w kompletną konstrukcję ogranicznika. Jest to szczególnie krytyczne w przypadku takiego parametru, jakim jest wytrzymałości na udary, gdyż na wyniki prób udarowych mają wpływ wszystkie elementy układu SPD, a także sposób ich koordynowania. Podając odporność SPD w ten sposób producent może zawyżać rzeczywistą wytrzymałość ogranicznika.

Na rysunku 1a przedstawiono zdjęcia ogranicznika, którego parametry opisano w omówionym wcześniej Przykładzie 2. Według podanych przez producenta danych, w ograniczniku ochronę toru sygnałowego linia-ziemia zapewnia „Ochronnik gazowy: 90V, 2x10kA @ 8/20 μ s”. Jednocześnie producent podaje, że maksymalny „poziom przepięcia” wynosi 4 kV. Tak podane dane mogą być mylące dla użytkownika, który może założyć, że wytrzymałość SPD wynosi 10 kA 8/20 μ s.

Dla zobrazowania rzeczywistej odporności tego SPD zostały przeprowadzone odpowiednie próby udarowe. Na rysunku 1b przedstawiono ten sam ogranicznik po narażeniu go udarem o wartości szczytowej tylko 5 kA 8/20 μ s, czyli o połowę mniejszej niż podana w karcie katalogowej wytrzymałość odgromnika. Przeprowadzona próba dowodzi, że już udar o wartości szczytowej 5 kA jest w stanie spowodować uszkodzenie ścieżek połączeniowych na płycie drukowanej.



a) przed próbą udarową

b) po narażeniu udarem 5 kA 8/20 μ s

Rys. 1. Zdjęcia ogranicznika przepięć z Przykładu 2. przed i po próbie udarowej

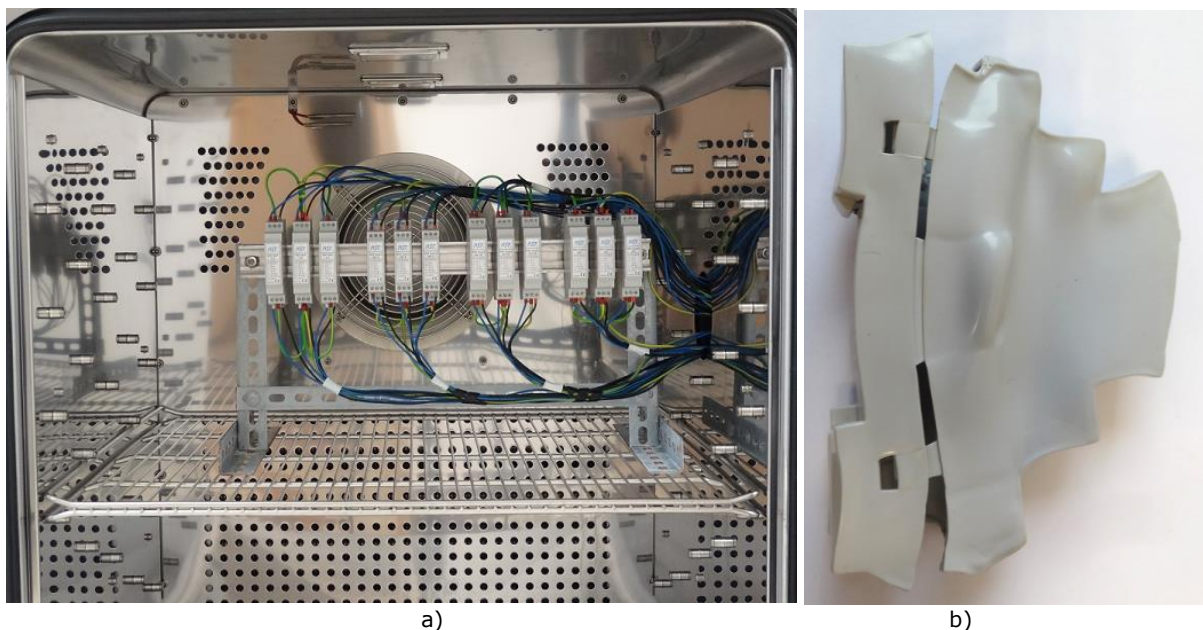
Na zdjęciach wyraźnie widoczne jest fizyczne uszkodzenie ścieżek na drodze przepływu prądu udarowego od narażonej linii - poprzez odgromnik - do punktu podłączenia przewodu uziemiającego. Drugi udar o wartości szczytowej 5 kA doprowadziłby do całkowitego przerwania ścieżki PCB. Udar o wartości szczytowej 10 kA spowodowałby już przy pierwszej próbie znacznie poważniejsze uszkodzenia.

W wielu przypadkach już na podstawie wyglądu konstrukcji ogranicznika, układu jego połączeń wewnętrznych oraz rodzaju i wielkości zastosowanych elementów możliwa jest szybka ocena, czy jest on zdolny do odprowadzania udarów prądowych o deklarowanych wartościach szczytowych.

Wymagania środowiskowe

Przeprowadzenie prób środowiskowych dla ograniczników, które przeznacza się do pracy przy ekstremalnych temperaturach, np. od -40°C do $+80^{\circ}\text{C}$, konieczne jest z dwóch względów: dla sprawdzenia parametrów elektrycznych wbudowanego układu oraz wytrzymałości mechanicznej konstrukcji ogranicznika.

Na rysunku 2. przedstawiono zdjęcie ograniczników przepięć testowanych wewnątrz komory klimatycznej i przykład obudowy, która uległa całkowitej deformacji i z tego powodu nie przeszła próby w warunkach tak wysokiej temperatury i wilgotności.



Rys. 2. Ograniczniki przepięć podczas prób środowiskowych:

- a) wewnątrz komory klimatycznej, b) przykład obudowy po próbie środowiskowej nie spełniającej deklarowanych parametrów.

Przy zastosowaniu elementów półprzewodnikowych, takich jak diody stanowiące często drugi stopień ochrony w SPD, należy uwzględnić wpływ temperatury otoczenia na ich charakterystyki prądowo-napięciowe. Przy dużych wahaniami temperatur zmienia ulega napięcie, przy którym element przechodzi w stan przewodzenia. Zazwyczaj nie ma to dużego znaczenia w przypadku napięciowego poziomu ochrony, ale może mieć istotny wpływ na pracę elementu przy napięciu o wartości

zbliżonej do najwyższego napięcia trwałej pracy deklarowanej przez producenta. Wraz ze wzrostem temperatury napięcie, przy jakim dioda zaczyna przewodzić maleje i, jeżeli nie została zachowana odpowiednia tolerancja wartości napięcia U_c , to dla wyższych temperatur może nie być spełniona deklarowana wartość rezystancji izolacji czy prądu upływu.

Ważną cechą wymagającą przebadania jest także wytrzymałość materiałów zastosowanych do produkcji SPD, gdyż w ciężkich warunkach klimatycznych, przy bardzo wysokich temperaturach i w warunkach dużej wilgotności elementy SPD wykonane z tworzyw sztucznych mogą się odkształcać. Szczególnie krytyczna może okazać się próba odporności na wysoką temperaturę 80°C przy wilgotności względnej większej niż 90 %.

7. Podsumowanie

Przy doborze ograniczników przepięć do zabezpieczania instalacji niskosygnałowych przed skutkami oddziaływania wyładowań piorunowych należy kierować się w pierwszej kolejności jakością produktu, z którą niska cena nigdy nie idzie w parze.

W obliczu zjawiska coraz powszechniejszego wprowadzania na rynek SPD nie przebadanych na zgodność z normą zharmonizowaną problem ten wymaga większego wysiłku od projektantów tych instalacji przy ocenie, czy oferowany ogranicznik spełnia wymogi norm, ale również, czy jego parametry odpowiadają strefie ochrony odgromowej, na granicy której ma być on umieszczony.

Projektanci szczególną uwagę powinni zwracać na kompletność parametrów SPD podawanych przez producentów i odrzucać takie, których producenci podają niepełne dane techniczne, używają dziwnie brzmiących określeń parametrów czy powołują się na zgodność z nieodpowiednimi normami, gdyż świadczy to wprost o nieprzeprowadzeniu badań urządzenia niezbędnych dla zapewnienia właściwego bezpieczeństwa produktu. Jedynie ograniczniki przepięć przebadane pełnym cyklem prób zgodnie z wymaganiami normy zharmonizowanej PN-EN 61643-21, pozwalającymi na potwierdzenie ich rzeczywistych parametrów, mogą być stosowane do ograniczania przepięć w sieciach telekomunikacyjnych i sygnalizacyjnych.

Podawanie parametrów ogranicznika, a w szczególności jego odporności na udary, na podstawie danych katalogowych zastosowanych w nim elementów składowych jest rażącym błędem, który jest nie tylko wyrazem oczywistej niekompetencji producenta lub lekceważenia przez niego zasad bezpieczeństwa oferowanych produktów, ale jednocześnie jest przyczyną błędnego projektowania układów ochrony przepięciowej. W rezultacie takiego działania poziom ochrony przed przepięciami współczesnych instalacji teletechnicznych ulega wyraźnemu obniżeniu.

8. LITERATURA

- [1] **Dz.U. 2003 poz. 2275:** Ustawa z dnia 12 grudnia 2003 r. o ogólnym bezpieczeństwie produktów
- [2] **Dyrektywa 2001/95/WE** Parlamentu Europejskiego i Rady z 3 grudnia 2001 r. w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów

- [3] **PN-EN 61643-21:2004P:** Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia - Część 21: Urządzenia do ograniczania przepięć w sieciach telekomunikacyjnych i sygnalizacyjnych - Wymagania eksploatacyjne i metody badań
- [4] **Dyrektywa 2006/95/WE** Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do sprzętu elektrycznego przewidzianego do stosowania w określonych granicach napięcia
- [5] **M.P. 2015 poz. 1001:** Obwieszczenie Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego z dnia 13 lipca 2015 r. w sprawie wykazu norm zharmonizowanych