

Problem standardów ograniczników przepięć na rynku polskim

Abstract. On the Polish market, there is a very large discrepancy between declared and actual parameters of surge arresters. Paper presents measurement test results of surge arresters for lightning current. It gives practical examples of the devastation caused by the widespread use of arresters for less than the declared current surge immunity. **Parameters of surge arresters in Polish market**

Streszczenie. Na polskim rynku istnieje bardzo duża rozbieżność deklarowanych i faktycznych parametrów ograniczników przepięć. W artykule przedstawiono wyniki badań wytrzymałości udarowej ograniczników. Przedstawiono praktyczne przykłady zniszczeń powstałych w wyniku powszechnego stosowania ograniczników o mniejszej niż deklarowana wytrzymałości udarowej.

Keywords: surge arrester, SPD, lightning, immunity.
Słowa kluczowe: ogranicznik przepięć, SPD, wyładowanie piorunowe, odporność.

Wstęp

Najbardziej niebezpiecznymi zjawiskami z punktu widzenia chronionych urządzeń są doziemne wyładowania piorunowe. Sprawa jest jasna w przypadku, gdy dochodzi do bezpośredniego wyładowania. Wówczas w oczywisty sposób zdajemy sobie sprawę z zagrożenia jakie może być z tym związane. Nie mniej jednak bardzo często zapomina się skutkach rozprzeczającego się prądu doziemnego wyładowania. Powszechne jest przekonanie, że jak doszło do wyładowania w obiekt kilkanaście metrów dalej umiejscowiony to "nasze" urządzenia są bezpieczne. Zapomina się o połączeniach pomiędzy obiektami wynikające z konieczności dostarczenia energii elektrycznej, wody, gazu, usługi telekomunikacyjnej. Wzajemne sprzężenie poprzez różnorodne media powoduje, że prąd doziemnego wyładowania piorunowego rozprzeczania się w pobliskich instalacjach/obiekciech potęgując poziom zagrożenia i skalę zniszczeń. Bardzo niebezpiecznych dla wszelakich urządzeń elektronicznych jest lokalny skok potencjału systemu uziomowego. Różnica w czasie propagacji powoduje powstanie znaczących różnic w poziomach napięć w obrębie analizowanego obiektu. Nie należy również zapominać o napięciach indukowanych w okablowaniu na skutek znaczących wartości pola elektrycznego i magnetycznego podczas wyładowań piorunowych, o pętach tworzonych przez okablowanie - patrz rysunek 1. Przed tymi wszystkimi jak i innymi zagrożeniami mają użytkowników chronić urządzenia do ograniczania przepięć.

Urządzenia do ograniczania przepięć

Urządzenia do ograniczania przepięć mają za zadanie zmniejszyć do bezpiecznych poziomów napięcia w instalacji elektrycznej oraz na wejściu zasilanych urządzeń:

- podczas operacji łączeniowych w normalnym i awaryjnym stanie pracy,
- podczas bezpośrednich wyładowań piorunowych w przewody sieci elektroenergetycznej, urządzenie piorunochronne,
- podczas wyładowań piorunowych w bliskim sąsiedztwie.

Ograniczniki przepięć (SPD - ang. surge protection device) są elementami o nieliniowej charakterystyce rezystancji zależnej od napięcia. Generalnie rzecz ujmując dla małych napięć wykazują one bardzo dużą rezystancję. W momencie, gdy napięcie przekroczy pewną wartość jego rezystancja bardzo szybko maleje.

Artykuł bazuje na referacie zaprezentowanym na II Kongresie Elektryki Polskiej SEP.

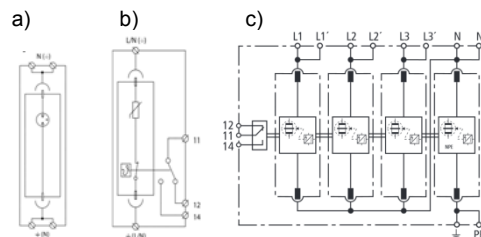
Polska norma PN-EN 61643-11 [1] dotycząca niskonapięciowych urządzeń do ograniczania przepięć wyróżnia trzy typy ograniczników przepięć:

- SPD typu ucinającego napięcie, np.: iskierniki ("charakteryzujące się dużą impedancją przy braku napięcia, która zmniejsza się gwałtownie w odpowiedzi na wystąpienie udaru napięciowego" [1]),
- SPD typu ograniczającego napięcie np.: warystory ("charakteryzujące się dużą impedancją, przy braku napięcia, która zmniejsza się w sposób ciągły w miarę wzrostu napięcia i prądu udarowego" [1]),
- SPD typu kombinowanego, które powinny zawierać zarówno elementy ucinające napięcie, jak i elementy ograniczające napięcie [1].



Rys. 1. Zagrożenie występujące podczas wyładowań piorunowych

Przykładowe schematy wewnętrzne poszczególnych typów ograniczników przepięć przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Schematy zastępcze ograniczników przepięć typu: a) ucinającego, b) ograniczającego, c) kombinowanego

Ograniczniki przepięć powinny stanowić istotny element praktycznie każdego urządzenia elektrycznego lub elektronicznego, które jest narażone na pojawienie się stanów nieustalonych. Stosowane są one m.in. do ochrony sieci elektroenergetycznych w tym transformatorów, obiektów budowlanych, przepompowni gazu, różnorodnych systemów sterowania i nadzoru itp.

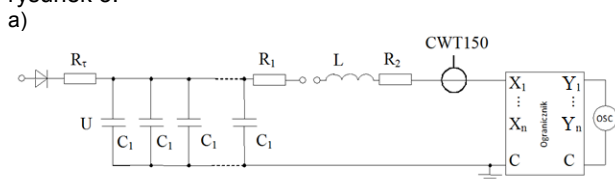
Problem standardów ograniczników przeciwprzepięciowych na rynku polskim

Prawidłowy dobór skutecznej ochrony instalacji elektrycznych od przepięć jest dość złożonym problemem. Kwestia podjęcia samej decyzji czy warto je stosować jak i ich prawidłowe rozmieszczenie stanowią nie lada wyzwanie dla wielu projektantów. Kluczowym z punktu widzenia skuteczności ochrony jest również sam wybór z szerokiej gamy dostępnych na rynku ograniczników przepięć tego jednego, który będzie zastosowany. Deklarowane przez wielu producentów parametry ograniczników nie zawsze odpowiadają danym rzeczywistym.

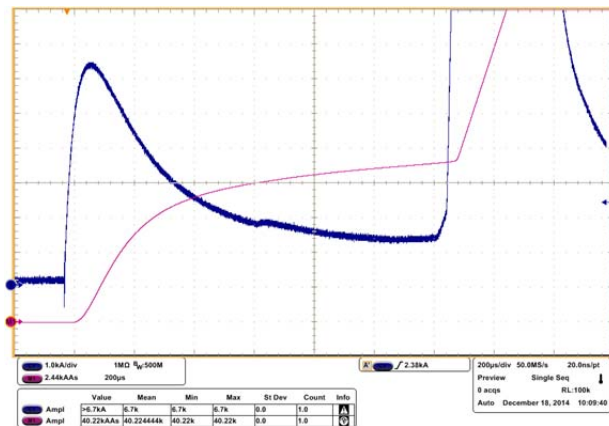
Największy problem stwarzają ograniczniki typu kombinowanego. Na polskim rynku oferowane są do sprzedaży ograniczniki typu B+C. Zgodnie z obowiązującą normą [1] takie urządzenie nie istnieje, ale mimo to można je nabyć. Oferowanie do sprzedaży tego typu ograniczników jest swego rodzaju wprowadzaniem projektantów w błąd. Popyt na ograniczniki tego typu może świadczyć o tym, że w dalszym ciągu projektanci nie zdobywają nowej wiedzy w zakresie ochrony przepięciowej. Bazują na umiejętnościach zdobytych wiele lat temu. Co gorsza spotyka się projekty w kluczowych dla Polski branżach i inwestycjach, które zalecają do stosowania ograniczniki nie zgodne z obowiązującymi normami [1]. Jeśli by przeanalizować tok postępowania projektantów można by wywnioskować, iż posługują się oni starymi oznaczeniami odnoszącymi się do ograniczników tzw. dwustopniowych. Producenci SPD typu B+C tnąc koszty zamiast układów dwustopniowych stosują układ jednostopniowy składający się tylko z elementu ograniczającego napięcie (warystora). Parametry, zaś przez nich deklarowane odpowiadają układom dwustopniowym. Należy w tym momencie postawić pytanie: czy postęp technologiczny poszedł tak daleko, że układ dwustopniowy można zastąpić jednostopniowym? Odpowiedź na to pytanie można znaleźć przeprowadzając testy laboratoryjne.

Próby laboratoryjne ograniczników przepięć

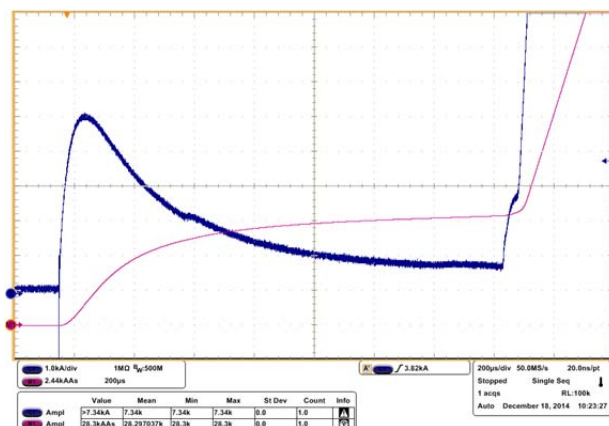
Podczas badań odporności udarowej ograniczników wykorzystano wysokonapięciowy generator prądowy, który wytwarza udary prądowe o wartości szczytowej do 300 kA i różnych kształtach. Zmiana parametrów generowanych udarów dokonywana jest poprzez wymianę elementu rezystancyjno-indukcyjnego. Uproszczony schemat generatora wykorzystywanego do badań przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Generator udarów prądowych: a) schemat układu pomiarowego, b) widok generatora

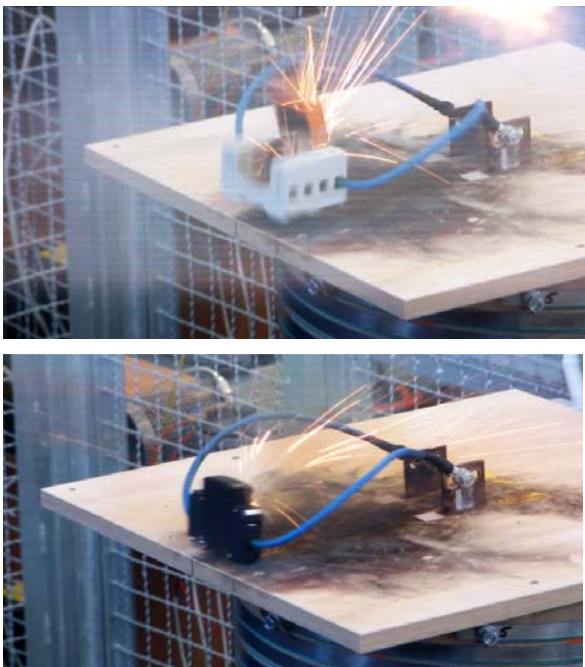


Rys. 4. Ogranicznik nr 1 - deklarowana wytrzymałość udarowa dla prądu 10/350 μ s 12,5kA - stwierdzono uszkodzenie przy 6,7 kA



Rys. 5 Ogranicznik nr 2 - deklarowana wytrzymałość udarowa dla prądu 10/350 μ s 12,5kA - stwierdzono uszkodzenie przy 5,2 kA

Do pomiaru prądu na wyjściu generatora wykorzystano cewkę Rogowskiego firmy PEM typu CWT150 $I_n=30$ kA, o płaskiej charakterystyce przenoszenia w zakresie od 0,2 Hz do 16 MHz (pasmo 3dB). Do pomiaru napięcia na wyjściu ogranicznika przepięć wykorzystano wysokonapięciową sondę firmy Tektronix typu P6015A $U_{max}=40$ kV o płaskiej charakterystyce przenoszenia w zakresie od 10 Hz do 30 MHz (pasmo 3dB) przy napięciu 6 kV oraz oscyloskop cyfrowy Tektronix DPO 7254 posiadający możliwość rejestracji otrzymanych przebiegów w formacie cyfrowym i w formie graficznej bezpośrednio na pamięć przenośną typu USB. W trakcie badań udar prądowy z wyjścia generatora doprowadzono do wybranych par zacisków wejściowych X_n ogranicznika przepięć. Podczas każdej próby rejestrowano prąd wyjściowy z generatora oraz napięcie na odpowiednich zaciskach wyjściowych Y_n badanego ogranicznika. Porównywano faktyczną wytrzymałość udarową ogranicznika z deklarowaną przez producenta. Dokonywano również oceny stanu ogranicznika po badaniu. Przy współdziałaniu Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy w Warszawie przebadano łącznie 16 typów ograniczników przepięć dostępnych na Polskim rynku.



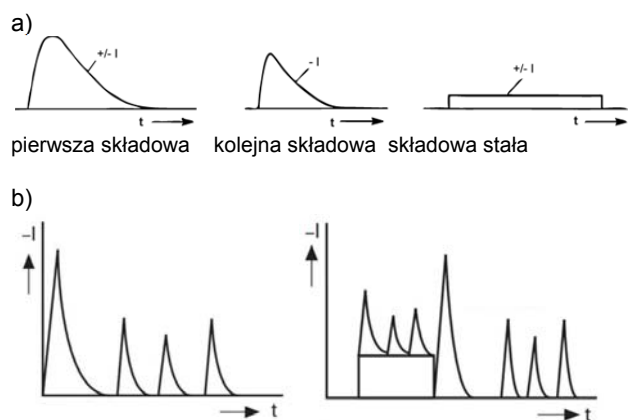
Rys. 6. Ograniczniki podczas badań

Przeprowadzone badania laboratoryjne pozwoliły stwierdzić, że około 75% dostępnych na rynku ograniczników przepięć w rzeczywistości nie wytrzymuje deklarowanych przez producenta parametrów znamionowych dotyczących prądu piorunowego 10/350 μ s. Należy w tym miejscu zauważyć, że powyższymi deklaracjami posługują się projektanci i wykonawcy stosując SPD danego producenta. Trudno jest jednoznacznie określić czy producenci celowo wprowadzają użytkownika końcowego w błąd, czy po prostu nigdy nie badają oferowanych przez siebie ograniczników wykorzystując fakt, że w Polsce nie ma jak do tej pory akredytowanego laboratorium mogącego przeprowadzić kompleksowe badania. Bardzo często deklaracje producentów są fikcją, której weryfikacji nikt nie wymaga podczas ich zakupu.

Skutki stosowania ograniczników nie spełniających deklarowanych parametrów

W chwili obecnej można zauważyć, iż cena końcowa ogranicznika jest wyznacznikiem poziomu ochrony. Niestety z wielkim niepokojem należy spoglądać na obecne jak i przyszłe skutki stosowania ograniczników nie spełniających deklarowanych przez producentów parametrów. Taka postawa doprowadziła już do kilkunastu zdarzeń katastrofalnych, które pociągnęły za sobą bardzo duże straty finansowe.

Należy zwrócić szczególną uwagę na charakter losowy zjawiska, przed którym ograniczniki przepięć mają chronić. Podczas doziemnego wyładowania piorunowego pojawia się w naszych warunkach geograficznych od kilku do kilkunastu udarów prądowych. Trudno jest przewidzieć rzeczywistą liczbę kolejnych składowych wyładowania piorunowego, ale jeśli podczas badań laboratoryjnych stwierdzono eksplozję ogranicznika przy pierwszym udarze prądowym to warunkach rzeczywistych każdy kolejny prąd doziemnego wyładowania piorunowego będzie niszczył w cudzysłowie tylko chronione urządzenia i systemy.



Rys. 7. Normatywny (a) [2,3] i możliwy do wystąpienia (b) kształt i sekwencja występowania składowych prądu doziemnego wyładowania piorunowego [2,3,4]

Stosowanie wadliwych ograniczników przepięć niejednokrotnie spowodowało znaczne straty w infrastrukturze, co przełożyło się na utratę przychodów z prowadzonej działalności gospodarczej. Niejednokrotnie doziemne wyładowanie piorunowe inicjuje scenariusz katastrofalny, który prowadzi do pożaru, zagrożenia zdrowia i życia oraz strat finansowych. We wszystkich zdarzeniach elementem wspólnym jest eksplozja ogranicznika przepięć, która w połączeniu z następującym po nim zwarcie doprowadza do zniszczeń (rys. 7). W bardzo dużej liczbie przypadków, które nie kończą się pożarem, uszkodzony ogranicznik przepięć niespełniający deklaracji producenta odnośnie parametrów znamionowych jest wymieniany na drugi. Takie postępowanie świadczy o braku wiedzy osób odpowiedzialnych za utrzymanie urządzeń w ruchu, a powinno być wyraźnym sygnałem ostrzegawczym na przyszłość. Bardzo często się zdarza, że winą za zniszczenia "chronionych" urządzeń obarcza się nieprzychylny los, a nie szuka się winy w parametrach ograniczników przepięć (rys. 8,9). Taka sytuacja miała miejsce 29 maja 2013 roku na trasie kolejowej E65 łączącej Warszawę z Gdańskiem - trasie po której porusza się pociąg Pendolino. Jedno wyładowanie piorunowe doprowadziło do awarii wielu urządzeń sterowania i nadzoru ruchem kolejowym.

Wnioski

Na polskim rynku istnieje bardzo duża rozbieżność deklarowanych i faktycznych parametrów ograniczników przepięć. Istnieje konieczność wprowadzenia obowiązkowego obowiązku weryfikacji wytrzymałości udarowej ograniczników w akredytowanym laboratorium przed wprowadzeniem ich na rynek. Konieczne wydaje się zorganizowanie warsztatów szkoleniowych dla osób odpowiedzialnych za projektowanie, odbiór techniczny, ubezpieczenia nowych inwestycji. Skutki problemu, z którym polska elektryka musi się zmierzyć w perspektywie czasu mogą być katastrofalne dla gospodarki kraju. Cały czas należy mieć na uwadze fakt, iż nowoczesne rozwiązania techniczne bazują w większości przypadków na układach sterowanych przez komputery. Napięcia znamionowe pracy systemów komputerowych są z roku na rok co raz bardziej obniżane ze względu na straty energii. W chwili obecnej są to napięcia rzędu kilku woltów. Należy zauważyć, że postęp technologiczny zmniejsza odporność urządzeń na przepięcia a ich uszkodzenia niosą za sobą bardzo duże straty finansowe.



Rys. 8. Pożar spowodowany eksplozją ogranicznika przepięć



Rys. 9. Rozdzielnica niskiego napięcia z widocznymi śladami po eksplozji ogranicznika przepięć

LITERATURA

- [1] PN-EN 61643-11:2013-06. *Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia. Część 11: Urządzenia ograniczające przepięcia w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia. Wymagania i metody badań.*
- [2] DEHN + SÖHNE. *Lightning Protection Guide.* Neumarkt Germany 2007.
- [3] IEC 61312-1:1995. *Protection against lightning electromagnetic impulse - Part 1: General principles.*
- [4] IEC 62305-1:Ed2:2010-12. *Protection against lightning – Part 1: General principles.*

Autor: dr inż. Jarosław Wiater, Białystok Technical University, Department of Telecommunications and Electronic Equipment, ul. Wiejska 45d, 15-351 Białystok, Poland
E-mail: jaroslawwiater@we.pb.edu.pl