



Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



Spis treści

Konflikt technologii –
zasady prawidłowej
koordynacji wielostopniowej
ochrony przepięciowej

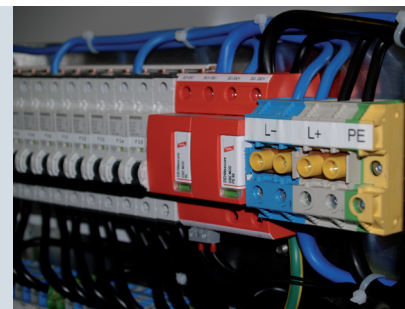
Dobezpieczanie SPD

Kontrola okresowa SPD
w instalacjach elektrycznych nn

Zasady doboru SPD

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



1. Konflikt technologii – zasady prawidłowej koordynacji wielostopniowej ochrony przepięciowej

Kombinowane ograniczniki przepięć do ochrony instalacji elektrycznych nn przed przepięciami pochodzenia atmosferycznego

Coraz mniejsza odporność na zakłócenia przepięciowe urządzeń elektronicznych stosowanych we wszystkich dziedzinach gospodarki oraz wysokie wymagania co do sprawności i dyspozycyjności pracy systemów wymagają nie tylko bezprzerwowego dostarczenia energii elektrycznej, ale także skutecznej ochrony przepięciowej i odgromowej. Aby zminimalizować negatywne wpływy zakłóceń i uszkodzeń spowodowanych m.in. przez wyładowanie piorunowe w obiekt lub jego pobliżu, należy podjąć odpowiednie kroki już na etapie projektowania instalacji w obiekcie.

Zadaniem ochrony przepięciowej jest zabezpieczenie instalacji i urządzeń elektrycznych przed niszczącym wpływem przepięć udarowych. Amplituda udarów przepięciowych znacznie przewyższa najwyższe napięcie robocze instalacji elektrycznych. Najczęściej czas trwania udaru wynosi od kilkudziesięciu do kilkuset mikrosekund. Przepięcia udarowe można podzielić w zależności od źródeł ich powstawania oraz według ich amplitudy i powiązanej z nimi energii zakłóceń

Według normy europejskiej EN 61643-11 [1] ograniczniki przepięć stosowane w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia dzielimy na urządzenia typu 1, 2 i 3. Urządzenia te powinny spełniać odpowiednio wymagania probiercze klasy I, II i III.

Określenia „odgromnik”, „ochronnik przepięciowy” czy „odgromnik hybrydowy”, stosowane powszechnie przez instalatorów lub handlowców, nie są normatywnie umocowane i nie występują w przytoczonej powyżej normie [1]. Jest to z pewnością jeden z poważniejszych powodów, dla których na rynku pod poszczególnymi nazwami oferuje się najróżniejsze produkty, których parametry i skuteczność ochrony znacząco się od siebie różnią.

Zróżnicowanie pojęć uwidacznia się najwyraźniej w przypadku „kombinowanych ograniczników przepięć”. Różnorodność okre-

śleń używanych przez producentów i importerów, jak np. „komplet odgromnika hybrydowego”, „kombinacja B-C”, „odgromnik B-C” czy „odgromnik B-C-D” itd., wprowadza zamęt wśród użytkowników. Stąd też wynika częste zdziwienie i oburzenie instalatorów, kiedy klient lub zatrudniony przez niego zawodowy projektant lub inspektor nadzoru odmawia odbioru wykonanej instalacji lub domaga się wymiany urządzeń, ponieważ często zostają zainstalowane takie urządzenia, które nie odpowiadają nawet minimalnym wymaganiom odpowiednich norm [2, 3, 4]. Instalator szukający porady lub informacji jest często zbywany przez handlowca bądź importera montowanego produktu. Zamiast rzetelnej informacji otrzymuje wyjaśnienie, że ograniczenia dotyczące stosowania danego urządzenia, jak np. „dopuszczalne obciążenie częściowym prądem piorunowym”, są podawane w katalogu produktu lub też, że ocena danych technicznych produktu przed jego zastosowaniem należy do instalatora.

Czy wiesz, że...?

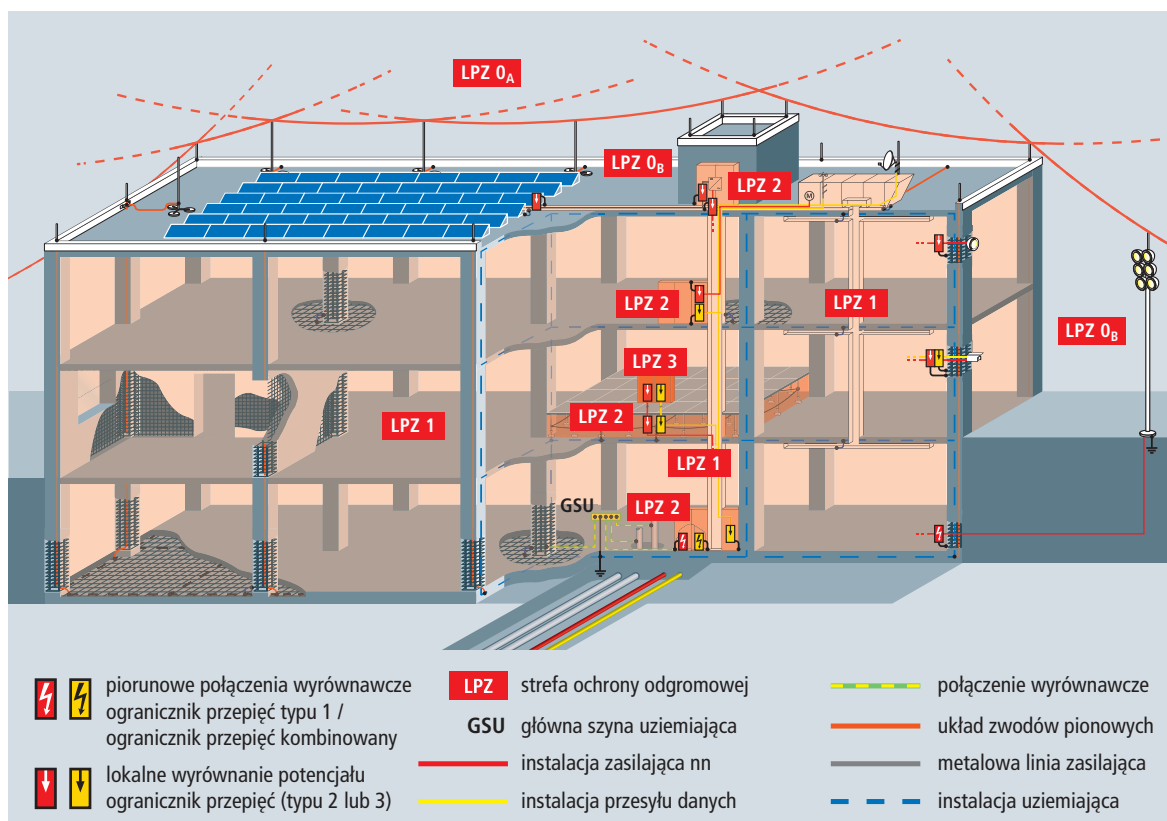
- ➔ Zgodnie z PN-EN 62305-3:2011 urządzenia do ograniczania przepięć (SPD) powinny wytrzymywać bez uszkodzenia spodziewaną część płynącego przez nie prądu pioruna. SPD powinny również mieć zdolność gaszenia elektroenergetycznych prądów następczych sieci zasilającej, jeżeli są przyłączone do jej przewodów.
- ➔ Jeżeli wymagana jest ochrona przed udarami układów wewnętrznych, przyłączonych do linii wchodzących do obiektu, należy zastosować „skoordynowany układ SPD” zgodnie z wymaganiami EN 62305-4:2011.
- ➔ Norma PN-EN 61643-11:2013-06 jest normą zharmonizowaną z Dyrektywą 2014/35/WE dotyczącą niskonapięciowego sprzętu elektrycznego (LVD) – wykaz norm opublikowany w Dzienniku Urzędowym UE (2016/C249/03) z dnia 8.07.2016.

Typ / oznaczenie	Norma	Przed 01.10.2004 (oznaczenie nie jest zgodne z aktualną normą produktu)	Po 01.10.2004 r. DIN EN 61643-11 (VDE 0675 część 6-11)
Ogranicznik przepięć chroniący przed prądami piorunowymi; ogranicznik kombinowany		odgromnik klasy B	SPD typu 1
Ogranicznik przepięć do ochrony przed przepięciami indukowanymi i łączeniowymi; do zabudowy w rozdzielni, podrozdzielni najczęściej do stałego montażu		ochronnik klasy C	SPD typu 2
Ogranicznik do ochrony urządzeń końcowych montowany w puszcze lub gniazdku – bezpośrednio przy chronionym urządzeniu		ochronnik klasy D	SPD typu 3

Tabela 1. Klasyfikacja urządzeń ochrony przepięciowej występująca na rynku niemieckim

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



Rysunek 1. Przykład realizacji strefowej koncepcji ochrony (LPZ) w budynku

Czym powinien się charakteryzować kombinowany ogranicznik przepięć?

Odpowiedź na to pytanie powinna być znana instalatorowi jeszcze przed zakupem produktu. Najczęściej jednak nie zostaje on o tym poinformowany ani przez przyjaznego przedstawiciela handlowego, ani przez znajomy personel hurtowni elektrotechnicznej, ani też przez profesjonalnie wyglądający katalog. Co więc kryje się pod pojęciem „odgromnik hybrydowy”?

Jeżeli chcemy poddać ogranicznik przepięć normatywnej ocenie, musimy wnikliwie wziąć pod uwagę wymienione poniżej normy i wytyczne. Podstawowym dokumentem jest tutaj norma produktu, dotycząca urządzeń do ograniczania przepięć (SPD), tj. norma PN-EN 61643-11. Norma określa „SPD typu kombinowanego” jako SPD, które zawiera zarówno elementy ucinające napięcie, jak i elementy ograniczające napięcie. Bardzo ważna jest dalsza część definicji mówiąca o tym, że SPD typu kombinowanego może ucinąć napięcie, ograniczać napięcie lub spełniać obie funkcje, w zależności od charakterystyk doprowadzonego napięcia. Dodatkowe informacje dotyczące stosowania SPD oraz sposobu ich doboru i montażu można znaleźć w:

➔ arkuszach 1-4 normy PN-EN 62305 dotyczącej ochrony odgromowej

W arkuszu 4 [3] można znaleźć definicję SPD odpowiadającą określeniu SPD typu kombinowanego. Norma ochrony odgromowej definiuje „SPD typu złożonego” jako ogranicznik przepięć, który zawiera elementy zarówno typu ucinającego, jak i ograniczającego napięcie i może wykazywać cechy elementu ucinającego, ograniczającego lub ucinającego i ograniczającego napięcie w zależności od charakteru stosowanego napięcia.

➔ wybranych arkuszach wieloarkuszowej normy dotyczącej instalacji elektrycznych nn, jak np. PN-HD 60364-5-534:2016-04 [4] oraz PN-HD 60364-4-443:2016-03 [5]

Na rynku niemieckim wykorzystywane są też zapisy z dokumentu dotyczącego technicznych warunków wykonywania przyłączy do sieci niskiego napięcia TAB 2007 [6] oraz wytycznych VDN dotyczące stosowania urządzeń ochrony przepięciowej w części przedlicznikowej instalacji elektrycznej [6].

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



Zanim przyjrzymy się bliżej cytowanym normom i wytycznym, powinniśmy zwrócić w tym miejscu uwagę na publikacje, które ciągle pojawiają się na rynku w związku z najróżniejszymi rodzajami ograniczników hybrydowych.

Czy wiesz, że...?

➔ Normy i wytyczne ulegają systematycznym zmianom – dlatego sprawdź czy ulotka lub publikacja odwołuje się od najnowszej edycji normy. Najnowsza edycja może zawierać zapisy, które nie są spełnione przez wszystkie ograniczniki dostępne w ofercie handlowej.

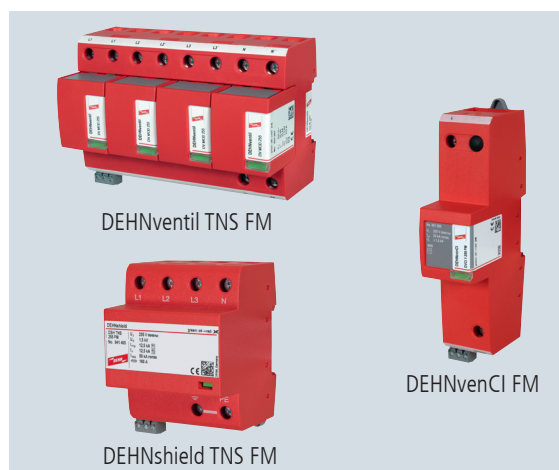
Często publikacje, a także ulotki dołączane do oferowanych ograniczników przepięć, zawierają informacje o ich zadaniu, jakim jest wyrównanie potencjałów przy ochronie odgromowej obiektu, zgodnie z normami niemieckimi lub międzynarodowymi. Chodzi tu jednak często o starsze normy ochrony odgromowej, które zostały już w całości wycofane. Dlatego chociażby spoglądając na daty wydania, przywoływanych dokumentów można stwierdzić, że nie ma się tu do czynienia z aktualnym stanem techniki, zwłaszcza biorąc pod uwagę, że normy są z reguły opracowywane na długo przed ich oficjalnym wydaniem.

Czy wiesz, że...?

➔ Zapisy Polskiej Normy z roku 1986 dotyczącej ochrony odgromowej PN-86/E-05003/01 zalecały stosowanie ograniczników przepięć (ochronników) w przypadku wrażliwych urządzeń elektrycznych i elektronicznych.

Kolejną, często cytowaną za rynkiem niemieckim publikacją są wytyczne VDS – VdS 2031 „Ochrona odgromowa i przepięciowa w instalacjach elektrycznych” [7]. Należy nadmienić, że w przypadku wytycznych VdS* chodzi o niewiążące zalecenia prywatnej instytucji prawniczej. Nabierają one jednak obowiązującej mocy wtedy, gdy zostają przywołane w dokumentach i stają się np. częścią składową umowy ubezpieczeniowej lub dokumentów przetargowych. W przeciwieństwie do tego, aktualne normy europejskie i ich projekty podlegają prawnej ocenie prawodawcy, co daje pewne gwarancje, że zostały podjęte prawidłowe kroki, by w przypadku przestrzegania zawartych w tych normach postanowień można było liczyć na skuteczne zabezpieczenie techniczne. Dla zleceniobiorcy oznacza to, że jeżeli zachowuje on w trakcie prac projekto-

* VdS (Vertrauen durch Sicherheit) Schadenverhütung) GmbH – przedsiębiorstwo branży ubezpieczeniowej działające w zakresie ochrony pożarowej, ochrony mienia, szkoleń z zakresu ubezpieczeń oraz działalności wydawniczej. Członek działającego od 1948 roku zrzeszenia towarzystw ubezpieczeniowych GDV. W ramach wydawnictw specjalistycznych opracowuje zalecenia dotyczące sposobu ochrony ludzi, urządzeń obiektów przed różnymi zagrożeniami. We wrześniu 2010 roku ukazała się nowa wersja opracowania „Ochrona odgromowa i przepięciowa urządzeń elektrycznych. Dyrektywa dotycząca zapobieganiu szkodom” – druk VdS nr 2031.



Rysunek 2. Rodzina kombinowanych ograniczników przepięć typu 1 skoordynowanych energetycznie

wych i montażowych aktualne normy, to – w przypadku wystąpienia ewentualnej szkody – jego pozycja prawna będzie całkowicie wykluczała odpowiedzialność odszkodowawczą.

Wymienione powyżej wytyczne (druk „VdS 2031”) są często cytowane przez producentów takich ograniczników, które wykazują ograniczoną skuteczność ochrony przy prądzie piorunowym 10/350 μ s, gdyż właśnie wcześniejsze wydania wytycznych nie zawierały żadnych konkretnych wymagań dotyczących udarowej obciążalności prądowej urządzeń do ograniczania przepięć. Nowe wydanie wytycznych VdS 2031 z 2010 roku zawiera zalecenia odpowiadające aktualnym wymogom norm w zakresie ochrony odgromowej oraz ograniczników przepięć. „Zastosowane urządzenia do ograniczania przepięć mają za zadanie przede wszystkim odprowadzać z instalacji elektrycznych duże prądy piorunowe, jakie towarzyszą bezpośrednim wyładowaniom piorunowym.” Powinno być oczywiste, że w tym przypadku podział prądu piorunowego, tj. wymaganą obciążalność prądową stosowanych urządzeń do ograniczania przepięć, wyznacza się zgodnie z właściwymi normami**.

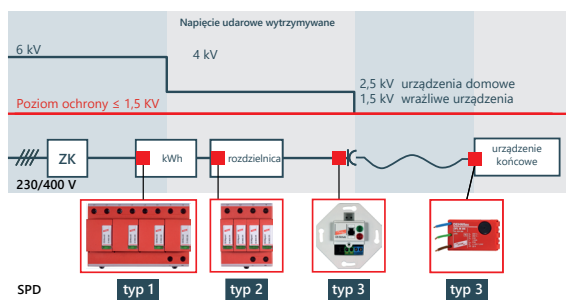
Podobnie nie powinno być wątpliwości, że kiedy „ (...) należy zamontować ogranicznik przepięć typu 1 w bezpośrednim sąsiedztwie złącza instalacji elektrycznej budynku (np. w rozdzielniczy głównej)”, to trzeba uwzględnić warunki techniczne podłączenia instalacji do sieci niskiego napięcia.

W Niemczech stosowanie SDP na wejściu instalacji elektrycznej do budynku regulują do wytyczne TAB 2007 [6], jak również wy-

** Ostatnie wydanie druku VdS 2031 z września roku 2010 bazuje na nowych wersjach norm z zakresu ochrony odgromowej i przepięciowej, uwzględniając m.in. montaż w „układzie V”, ograniczenie długości przewodów montażowych oraz wymagania dotyczące rozprzysku prądu piorunowego w instalacji w zależności od przyjętego poziomu ochrony.

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



Rysunek 3. Kombinowany SPD typu 1 na wejściu instalacji elektrycznej do budynku

tyczne VDN [7]. Ponieważ wg tych wytycznych do-puszcza się instalowanie w złączu instalacji elektrycznych jedynie ograniczników przepięć typu 1 wyposażonych w element ucinający, to siłą rzeczy zostają wykluczone wszystkie ograniczniki innego typu, w tym również tzw. „ograniczniki hybrydowe”, wyposażone w warystory bez iskierników.

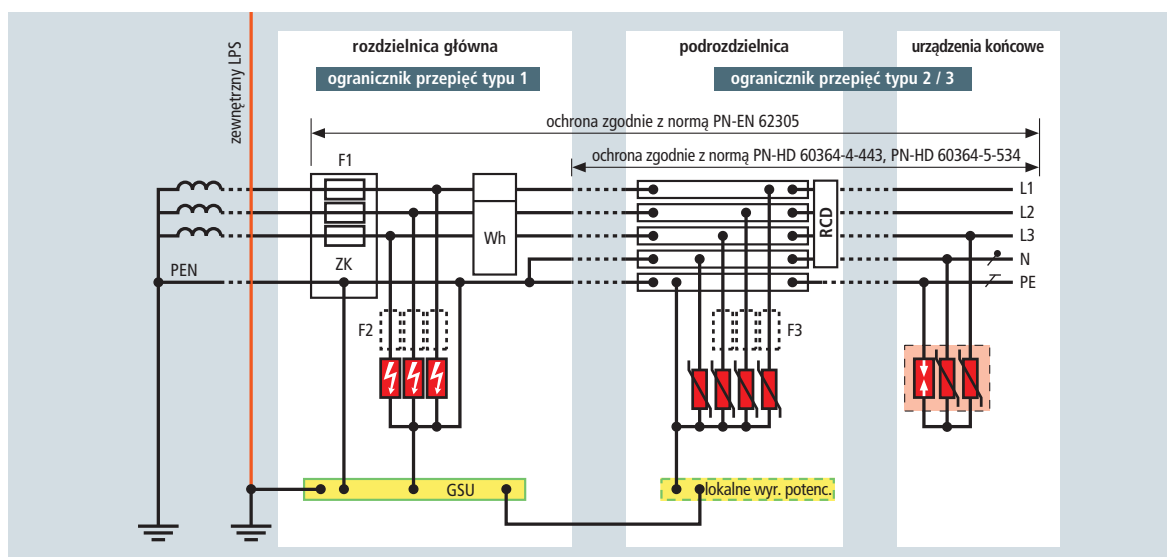
Także współczesne normy ochrony odgromowej z serii EN 62305 wymagają, aby „ (...) w miejscu przyłączenia systemu zasilania niskiego napięcia, były instalowane urządzenia do ograniczania przepięć (...)”. Również tu obowiązuje oczywiście powyższe stwierdzenie, że należy uwzględnić techniczne warunki przyłączenia do sieci (TAB 2007) oraz wytyczne VDN i ich wymagania dotyczące urządzeń do ograniczania przepięć. W normie EN 62305-4 precyzuje się zasady stosowania tych urządzeń w obiektach wyposażonych w zewnętrzne urządzenie piorunochronne (LPS). I tak

w dokumencie podano, iż zgodnie z strefową koncepcją ochrony (rys. 1) wymagane jest instalowanie urządzeń do ograniczania przepięć, ponieważ zawsze jakiś obwód elektryczny przechodzi przez granicę między dwiema strefami. Tego typu urządzenia muszą być skoordynowane energetycznie, aby ich wspólne obciążenie zostało po dzielone stosownie do ich wytrzymałości energetycznej i aby pojawiające się zagrożenie prądem piorunowym zostało zredukowane do wartości niższej niż wytrzymałość chronionych urządzeń. Przywołana tu wzajemna koordynacja energetyczna, odbywająca się zarówno między samymi ogranicznikami przepięć, jak i między nimi a chronionymi urządzeniami, przy uwzględnieniu wymaganej wytrzymałości energetycznej jest realizowana przez układ ograniczników. Wszystkie te wymagania, dotyczą również ogranicznika kombinowanego.

Taki ogranicznik (rys. 2) wykazuje następujące cechy:

- ➔ dużą zdolność odprowadzania prądów piorunowych o kształcie fali 10/350 μ s w celu wyrównania potencjałów w chronionych instalacjach,
- ➔ niższy niż 1,5 kV napięciowy poziom ochrony w celu zapewnienia koordynacji izolacji chronionych urządzeń końcowych i zasilanych z instalacji elektrycznej urządzeń przenośnych,
- ➔ koordynację energetyczną między kolejnymi występującymi w instalacji elektrycznej ogranicznikami przepięć i odbiornikami.

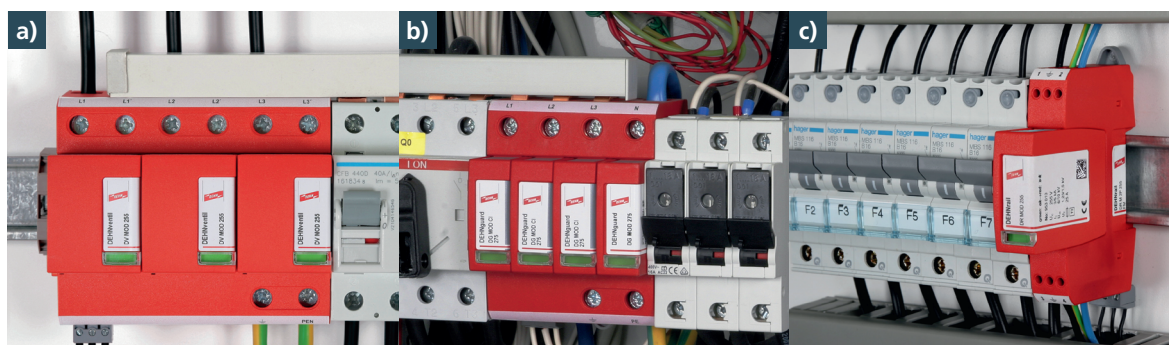
W przeszłości w obiektach o rozległych instalacjach elektrycznych sprawdzała się w przestrzennie rozmieszczona zabudowa ograniczników przepięć – w sposób odpowiadający zasadom strefo-



Rysunek 4. Rozmieszczenie SDP w instalacji elektrycznej – układ TN-C-S

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



Rysunek 5. Skoordynowane energetycznie ograniczniki przepięć serii Red/Line zapewniające ochronę przed przepięciami w instalacji elektrycznej nn: a) DEHNventil M, b) DEHNgard M, c) DEHnrail M

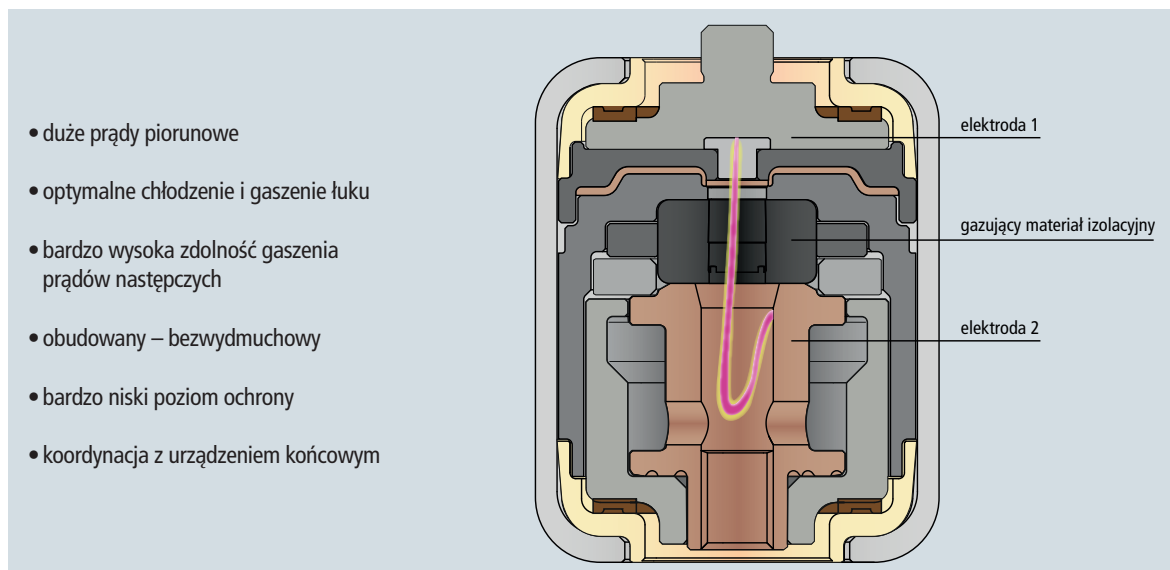
wej koncepcji ochrony (LPZ). Realizację tej koncepcji następowała poprzez piorunowe połączenia wyrównawcze na wejściu do budynku oraz ochronę od przepięć w rozdzielnicach i/lub w pobliżu urządzeń krańcowych (rys. 3, 4).

Przedstawione powyżej wymagania zostały z całą pewnością spełnione przez skoordynowane energetycznie serie ograniczników, jak np. ograniczniki „Red/Line” (rys. 5).

Zwarta budowa urządzeń elektrycznych, na przykład w obiektach telefonii komórkowej, jak również coraz częstsze stosowanie czułych urządzeń elektronicznych w głównych rozdzielnicach budynków doprowadziły do tego, że w miejsce ograniczników typu 1, mających za zadanie tylko wyrównywanie potencjałów w przypadku zagrożenia prądem piorunowym z uwzględnieniem koordynacji izolacji chronionych urządzeń, stosuje się ograniczniki kombinowane. Przejmują one ochronę odgromową i przepięcio-

wą urządzeń przestrzennie zwartych oraz wrażliwych odbiorników i urządzeń sterowniczych. Ograniczniki takie sprawdziły się także w przypadku domków jednorodzinnych z jedną tylko centralną tablicą rozdzielczą.

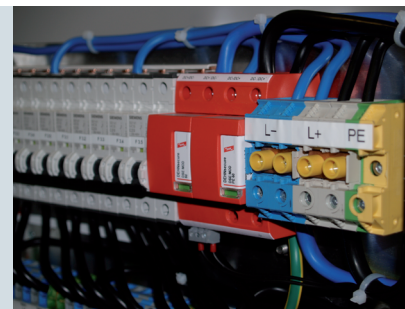
W obiektach narażonych na bezpośrednie wyładowania piorunowe i wyposażonych w zewnętrzne urządzenie piorunochronne (LPS) od lat stosuje się do piorunowego wyrównywania potencjałów ograniczniki przepięć typu 1 zawierające element ucinający oraz ograniczniki kombinowane. Wieloletnie prace badawcze i doświadczenia związane z technologią iskierników oraz stosowanie najnowszych materiałów i technologii doprowadziły do wyeliminowania wszelkich ograniczeń w stosowaniu iskierników. Wyrazem zaawansowanej technologii w przypadku ograniczników typu 1 i ograniczników kombinowanych jest opatentowana przez firmę DEHN, a służąca ograniczaniu i gaszeniu prądu następczego, tech-



Rysunek 6. Technologia RADAX-Flow stosowana w iskiernikach firmy DEHN

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



nologia RADAX-Flow, która została rozpowszechniona dzięki licznym urządzeniom z serii „Red/Line” (rys. 6).

Uznani producenci oferują od lat ograniczniki typu 1 i ograniczniki kombinowane zawierające iskiernikowy element ucinający, co sprawiło, że nabywcy tych urządzeń nie interesują się już tak bardzo zastosowaną w nich technologią. Tym większe narasta zdziwienie, gdy personel sprawujący nadzór nad instalacjami obiektów często dąży do wymiany zamontowanych już ograniczników przepięć na nowe ograniczniki oparte wyłącznie na technologii warystorowej. Związana z tym, a podtrzymywana wzmocnionym zaangażowaniem producentów i importerów szczególnie dalekowschodnią niejednoznacznością, nie ominęła również niemieckiego rynku urządzeń ochrony przepięciowej. Z powodu opisanego na wstępie faktu, a mianowicie braku normatywnego umocowania pojęć „odgromnik” i „odgromnik hybrydowy”, wielu producentów i importerów nadużywa zaufania swoich klientów. Ponieważ ograniczniki przepięć określane mianem „kombinacja B+C” są coraz częściej oparte wyłącznie na warystorach z tlenków metali***, warto przyjrzeć się bliżej właściwościom tej alternatywnej, rzekomo korzystniejszej cenowo, kombinacji.

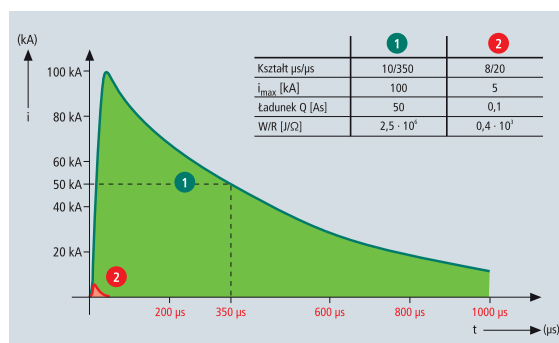
Czy wiesz, że...?

➔ Od października 2004 roku niemieckie normy nie stosują oznaczeń ograniczników jako klasa B, C D.

W ogranicznikach opartych na technologii warystorowej stosowane są dziś prawie wyłącznie warystory z tlenków metali (MOV – *metal-oxide varistor*). Warystor MOV, jako rezystor o zmiennej rezystancji zależnej od napięcia, jest w stanie – ze wzrostem obciążenia prądowego – zredukować znacznie wartość swojej rezystancji. Zależność prądu od napięcia jest opisywana funkcją wykładniczą o współczynniku nieliniowości α , który przypadku warystorów tlenkowych przyjmuje wartość na poziomie $\alpha = 30$. Czas zadziałania takiego ogranicznika mieści się w granicach kilkudziesięciu ns. Takie zachowanie czyni warystory tlenkowe niemal idealnymi ogranicznikami przepięć przy umiejscowieniu w pobliżu chronionych urządzeń krańcowych. Największy dopuszczalny dla warystorów prąd udarowy zależy od czasu trwania udarów i spodziewanej ich liczby w całkowitym czasie pracy urządzenia. Jeżeli najwyższe dopuszczalne wartości nie będą przekraczane, to można zapewnić, że napięcie obniżone warystora, a co za tym idzie również i poziom ochrony nie będą prawie ulegały zmianie przez cały okres jego pracy. Warystor tlenkowy może zostać uszkodzony przy przepływie zbyt dużego prądu udarowego lub przy zbyt dużym obciążeniu ciągłym, powodowanym przez zbyt wysokie napięcie w instalacji. Jeżeli przeciążenie jest bardzo duże, to może dojść do zwarcia wa-

rystora lub wręcz do jego eksplozji. Jest to fatalna sytuacja, którą należy eliminować, biorąc pod uwagę, że uszkodzony ogranicznik znajduje się w układzie zasilania niskiego napięcia, często na wejściu do obiektu (duża moc zwarciorowa w miejscu zainstalowania). W folderach producentów warystorów można znaleźć stwierdzenie, że warystory tlenkowe charakteryzuje duża zdolność do odprowadzania wysokoenergetycznych prądów udarowych, co jest stwierdzeniem tylko relatywnie prawdziwym. Jeżeli bierzemy pod uwagę porównanie absorpcji energii przez warystory i przez inne elementy wykorzystywane do budowy ograniczników, np. przez diody, to takie stwierdzenie jest z całą pewnością prawdziwe. Nie należy jednak zapominać, iż – zgodnie z przytoczonymi na wstępie normami i wytycznymi – w przypadku piorunowych połączeń wyrównawczych w obiekcie wyposażonym w zewnętrzne urządzenie piorunochronne mamy do czynienia z piorunowym prądem udarowym o kształcie 10/350 μ s. Różnica dotycząca ładunku i energii właściwej tego udaru i udaru o kształcie 8/20 μ s została uwidoczona na rys. 7 w postaci stosunku powierzchni obu fal prądu udarowego.

Podany poniżej przykład liczbowy obrazuje jak duży może być wpływ kształtu fali prądu udarowego na wytrzymałość warystora metalowo-tlenkowego. Ogranicznik typu 2, wykazujący maksymalną wytrzymałość sięgającą 40 kA przy prądzie udarowym o kształcie 8/20 μ s, ma wytrzymałość graniczną, przy prądzie udarowym o kształcie 10/350 μ s, równą zaledwie 1,5-2 kA. Nie jest to nawet jedna dwudziesta część wykazywanego maksymalnego prądu wyładowczego! Gdyby odzwierciedlić wymaganą wytrzymałość prądową w tych wartościach, to obciążenie udarowe występujące w miejscu montażu ogranicznika przepięć typu 1 może być do 25 razy większe niż wytrzymałość prądowa rozpatrywanego warystora (w zależności od rodzaju sieci i poziomu zagrożenia). Narażenie to nie jest niwelowane nawet przez równoległe zamontowany drugi warystor. Należy bowiem zauważyć, że montaż równoległy warystorów tlenkowych nie jest zalecany nawet przez ich producentów, ponieważ w przypadku użycia warystorów bez specjalnego doboru i selekcyjonowania można oczekiwać nierównomiernego podziału prądów na poszczególne gałęzie.



Rysunek 7. Porównanie prądów udarowych o różnych kształtach fal

*** Zgodnie z normą PN-EN 61643-11 SPD typu kombinowanego to ogranicznik przepięć, który zawiera zarówno elementy ucinające napięcie, jak i elementy ograniczające napięcie. Może on ucinąć napięcie, ograniczać napięcie lub spełniać obie funkcje, w zależności od charakterystyk doprowadzonego do jego zacisków napięcia.

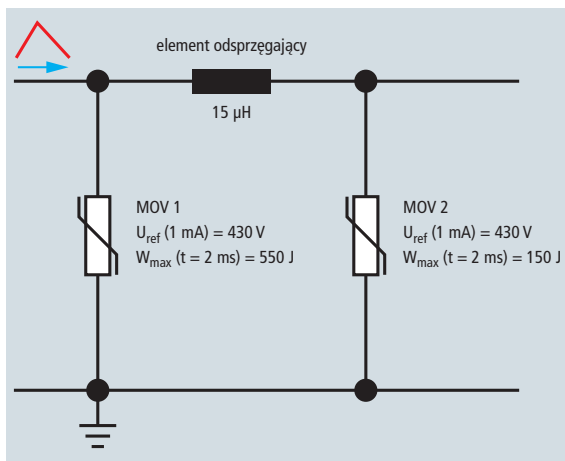
Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic

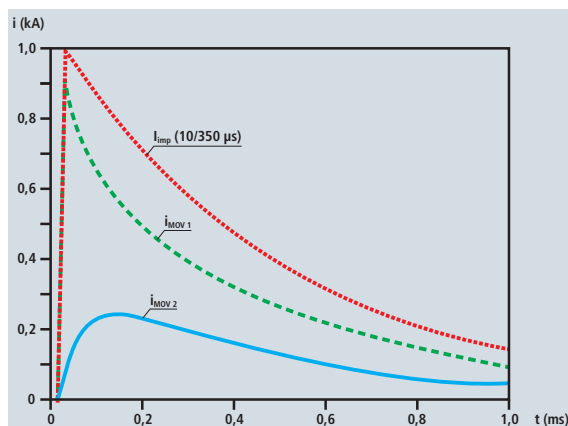


Ograniczniki warystorowe nie zastępują ograniczników kombinowanych

Drugą ważną przyczyną, z powodu której ograniczniki warystorowe nie mogą zastąpić ograniczników kombinowanych, jest niedostateczna zdolność ograniczników warystorowych do koordynacji z innymi ogranicznikami i z chronionymi urządzeniami. Analogicznie jak w przypadku wytrzymałości prądowej, należy i tu za podstawę rozważań przyjąć udarowy prąd piorunowy o kształcie 10/350 μ s. Ciągły sposób działania i ustalona charakterystyka napięciowo-prądowa warystorów tlenkowych są powodem znacznych ograniczeń ich zastosowania. Następujący przykład (rys. 8-10) pokazuje, że w przypadku stosowania między ogranicznikami indukcyjności odsprzęgającej (lub spełniającego jej rolę przewodu) trudno jest osiągnąć koordynację ograniczników warystorowych przy impulsach piorunowych o kształcie 10/350 μ s. Zakładamy, że oba warystory mają takie samo napięcie trwałej pracy ($U_C = 275$ V). Ogranicznik warystorowy MOV 1, zainstalowany w rozdzielni głównej, powinien mieć 3,5 razy większą wytrzymałość energetyczną niż ogranicznik warystorowy MOV 2, zamontowany w pobliżu krańcowego urządzenia chronionego (rys. 8). Na rysunku 9 pokazano podział prądu udarowego o wartości 1 kA i o kształcie 10/350 μ s między obydwoma ogranicznikami. Obserwując przepływ tego prądu, można zauważyć, że wpływ indukcyjności odsprzęgającej, zainstalowanej pomiędzy ogranicznikami MOV 1 i MOV 2, występuje tylko w obszarze czoła fali prądu udarowego. Prąd udarowy przepływający przez warystor MOV 1 jest znacznie większy niż prąd przepływający przez warystor MOV 2. W praktyce indukcyjnością odsprzęgającą jest przewód występujący między dwoma rozpatrywanymi ogranicznikami przepięć. Wpływ indukcyjności maleje drastycznie po osiągnięciu amplitudy prądu udarowego. Szczególnie w przypadku udarów długotrwałych, takich jak przytoczony powyżej udar o kształcie



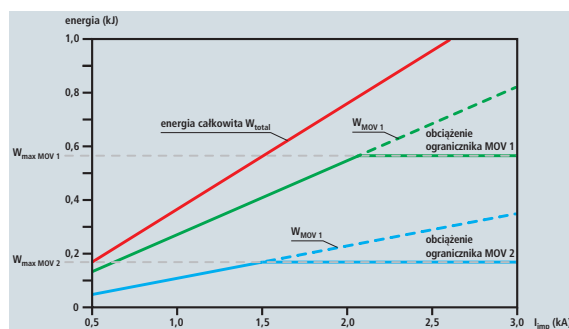
Rysunek 8. Zastępczy schemat połączeń przy koordynacji ograniczników warystorowych



Rysunek 9. Podział prądów między ogranicznikami MOV 1 i MOV 2

10/350 μ s i całkowitym czasie trwania >1 ms, duża część energii udaru jest przenoszona do układu podczas trwania grzbietu udaru. Na rysunku 10 pokazano podział energii między dwa ograniczniki warystorowe. Można na jego podstawie stwierdzić, że graniczna energia ogranicznika MOV 2 (W_{max} MOV 2) zostaje osiągnięta i dochodzi do jego uszkodzenia akurat przy prądzie udarowym 1,5 kA o kształcie 10/350 μ s. Przy prądzie tym warystor MOV 1 jest obciążony jedynie w dwóch trzecich swojej granicznej energii. Osiągnięcie w rozpatrywanym przypadku zamierzonej koordynacji energetycznej oznaczałoby, że przed osiągnięciem przez ogranicznik MOV 1 granicznej obciążalności nie dojdzie do uszkodzenia warystora MOV 2. Przedstawiona w niniejszym przykładzie sytuacja oznacza w praktyce, że zainstalowany za warystorowym ogranicznikiem inny ogranicznik warystorowy lub chronione urządzenie krańcowe ulega uszkodzeniu, podczas gdy występujący przed nimi ogranicznik nie jest zbyt obciążony.

Podsumowując, należy stwierdzić, że ograniczniki typu 1 zawierające tylko warystory z tlenków metali (MOV) nie stanowią – z powodu swojego specyficznego sposobu działania – alternatywy technicznej dla ograniczników iskierkowych. Ich odporność



Rysunek 10. Podział energii między ogranicznikami MOV 1 i MOV 2

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



na prądy udarowe jest porównywalna z odpornością ograniczników typu 2. Porównując te urządzenia, można szybko się przekonać, że rzekoma okazja cenowa jest tylko kosztowną pułapką. Urządzenia do ograniczania przepięć, ja sama nazwa ich nazwa wskazuje, są urządzeniami, których zadaniem jest ochrona innych urządzeń elektrycznych. Ich rolę można porównać z rolą wyłącznika różnicowoprądowego lub też poduszki powietrznej w samochodzie. Czy ktoś wpadłby więc na pomysł, żeby tak zróżnicować poduszki powietrzne, aby np. skutecznie chroniły tylko pasażerów o wzroście 1,43 m i maksymalnej wadze 37 kg, jedynie w wyprostowanej pozycji siedzącej i przy prędkości maksymalnej 50 km/h? W tym przypadku nie może być mowy o odpowiedzialnym działaniu.

Przy tworzeniu systemu ochrony odgromowej i przepięciowej w instalacjach elektrycznych duża rola przypada inżynierowi-projektantowi (a także specjalistom handlowym i wykonawcom). Rola ta polega na uświadamianiu wśród użytkowników i społeczeństwa zagadnień bezpieczeństwa oraz prawidłowych zasad stosowania ograniczników przepięć. Orzecznictwo prawne w naszym państwie powinno chronić przy tym użytkownika jako laika w dziedzinie elektrotechniki, mogącego oczekiwać od fachowych wykonawców kompetentnej porady i takiegoż wykonania

2. Ograniczniki przepięć z wbudowanym bezpiecznikiem

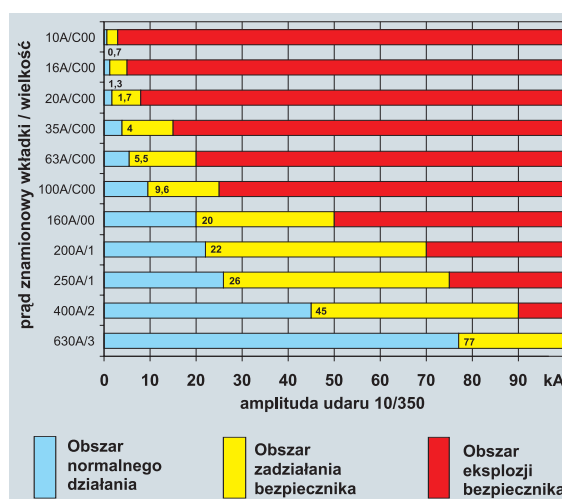
Współczesne tendencje rozwojowe ukierunkowane są na tworzenie aplikacji ułatwiających projektowanie i montaż systemów ochrony przed przepięciami. To, co z pozoru wydaje się rozwiązaniem nieskomplikowanym, przy bliższym przyjrzeniu może okazać się kłopotliwe. Duży wpływ na chaos informacyjny w sprawie dobezpieczeń ograniczników przepięć mają dystrybutorzy ograniczników zbudowanych tylko na elemencie warystorowym w typie 1 i typie 1 kombinowanym (potocznie „B+C”). Częstym wskazaniem w opracowaniach powyższych dystrybutorów w zakresie dobezpieczeń ograniczników są wyłączniki nadmiarowo-prądowe.

Metodologia wprowadzania zabezpieczenia zwarciovego przed ogranicznikiem

Najczęstszym sposobem określenia konieczności zastosowania dodatkowego bezpiecznika jest porównanie wartości znamionowych prądów I_f głównego zabezpieczenia nadprądowego z dopuszczalnymi wartościami I_{DOP} określonymi przez producenta ograniczników. W zależności od wyniku porównania wprowadzamy lub rezygnujemy z konieczności dodatkowego dobezpieczenia:

$IF \leq IDOP$ – brak wymogu stosowania dodatkowego zabezpieczenia,

$IF > IDOP$ – konieczność wprowadzenia dodatkowych zabezpieczeń nadprądowych włączonych w szereg z ogranicznikiem.



Rysunek 11. Test bezpieczników udarem 10/350 μ s

Wprowadzenie dodatkowych zabezpieczeń powoduje, że prąd udarowy będzie przepływał przez to zabezpieczenie z pełnymi tego skutkami. Zainstalowanie wyłączników nadmiarowo-prądowych lub zbyt małych bezpieczników może prowadzić do zbyt wczesnego wyłączenia lub do eksplozji tych aparatów. Na rysunku 11 przedstawiono sposób oddziaływania prądu udarowego o kształcie 10/350 μ s (odzwierciedlenie kształtu wyładowania bezpośredniego) na wkładki bezpiecznikowe o różnej wartości znamionowej prądu [9]. Przykładowo, przy wkładce 100 A i prądzie udarowym 25 kA dochodzi do eksplozji bezpiecznika.

Ograniczniki iskiernikowe typu 1 produkowane przez firmę DEHN w technologii RADAX Flow samodzielnie przerywają prądy zwarciove następcze do 50 kA. Zalecane wkładki bezpiecznikowe wskazane w katalogu odnoszą się do wartości prądu zwarciovego I_k na szynach rozdzielnic i wartości równej lub większej niż 50 kA. Wymagane wkładki bezpiecznikowe nie są niższe niż 200 A o charakterystyce gL/gG. Zastosowane bezpieczniki wspomagają przerywanie zwarciovego prądu następczego, gdy jego wartość przekroczy 50 kA, czyli przekroczy możliwości samodzielnego przerywania tego prądu przez iskiernik.

W ogranicznikach warystorowych w technologii MOV warystor działa jak opornik o rezystancji zależnej od napięcia, wraz ze wzrostem obciążenia prądowego warystor redukuje znacznie wartość swojej rezystancji. Zależność prądu od napięcia jest opisana funkcją wykładniczą o współczynniku nieliniowości $\alpha = 30$. Największy dopuszczalny dla warystorów prąd udarowy zależy od czasu trwania udarów i spodziewanej ich liczby w całkowitym czasie pracy urządzenia. Warystor tlenkowy może zostać uszkodzony przy przepływie zbyt dużego prądu udarowego lub przy zbyt dużym obciążeniu ciągłym, powodowanym przez niedopuszczalnie podwyższone napięcie sieciowe. Jeżeli przeciążenie jest bardzo duże, może dojść do zwarcia warystora lub wręcz do jego eksplozji.

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



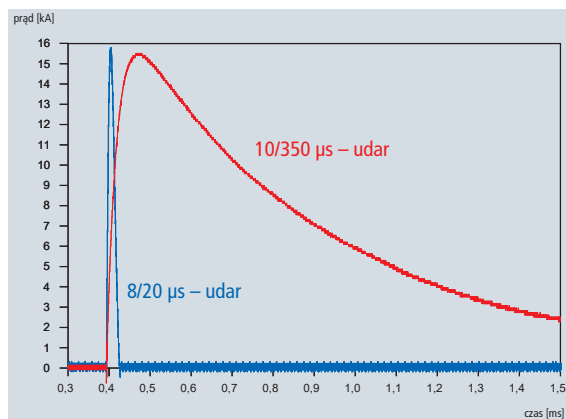
W ofercie DEHN ograniczniki wykonane na bazie warystorów w technologii MOV stosowane są tylko w ogranicznikach typu 2 i 3, gdzie w miejscu ich zainstalowania nie występują już udary o dużych amplitudach i energiach mogących spowodować uszkodzenie samego ogranicznika. Relatywnie zalecana wielkość wkładki bezpiecznikowej do do-bezpieczenia ograniczników tego typu są mniejsze i dlatego też dla większości ograniczników typu 2 zalecany bezpiecznik to 125 A o charakterystyce gL/gG, a dla typu 3 – 25 A gL/gG.

Badania

Wykorzystując certyfikowane laboratorium prądów udarowych firmy DEHN, które odzwierciedla kształt wyładowań atmosferycznych, w kwietniu 2012 roku przeprowadzono badania laboratoryjne weryfikujące typowe błędne połączenia w zakresie do-bezpieczenia ograniczników przepięć.

Podczas testów zostały wykonane cztery próby: dwie dotyczyły ograniczników typu 2 dobezpieczonych błędnie wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym 16 A. Dwie kolejne weryfikowały błędny i poprawny sposób dobezpieczenia ograniczników iskiernikowych typu 1. Podczas próby dotyczącej ograniczników typu 2 wykonano badania dwoma kształtami udarów o amplitudzie 15 kA. Pierwszy udar odzwierciedlał przepięcie łączeniowe o kształcie 8/20 μ s, a drugi był udarem odzwierciedlającym wyładowanie atmosferyczne 10/350 μ s (rys. 12). Próba udarem 10/350 μ s była zarazem weryfikacją błędnego miejsca montażu ogranicznika typu 2 w instalacji.

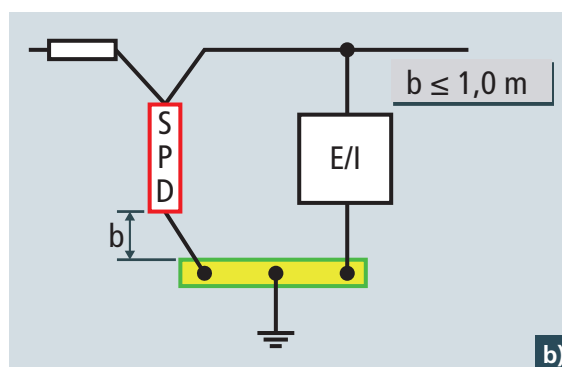
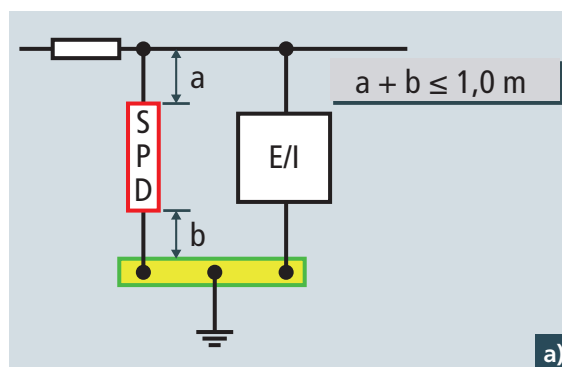
Wyniki badań potwierdziły brak skuteczności wyłączników nadmiarowo-prądowych jako elementów dobezpieczenia ograniczników przepięć. Podczas testu udarem o kształcie 8/20 μ s doszło do wyłączenia wyłącznika nadmiarowo-prądowego, w wyniku czego nastąpiło odcięcie ogranicznika przepięć od instalacji. Każdy kolejny udar w instalacji dotarłby w sposób niekontrolowany do urządzeń końcowych, powodując w nich uszkodzenia.



Rysunek 12. Kształt udarów 8/20 μ s i 10/350 μ s, amplituda 15 kA

Podczas testu udarem o kształcie 10/350 μ s i tej samej amplitudzie 15 kA udar spowodował wyłączenie, jak również uszkodzenie wyłącznika nadmiarowo-prądowego oraz samego ogranicznika. To badanie potwierdza brak skuteczności zarówno wyłączników nadmiarowo prądowych jako dobezpieczenia ogranicznika przepięć oraz potwierdza, że technologie warystorowe MOV nie powinny być stosowane na początku instalacji w obiekcie, gdzie spodziewamy się udarów o dużych wartościach energii.

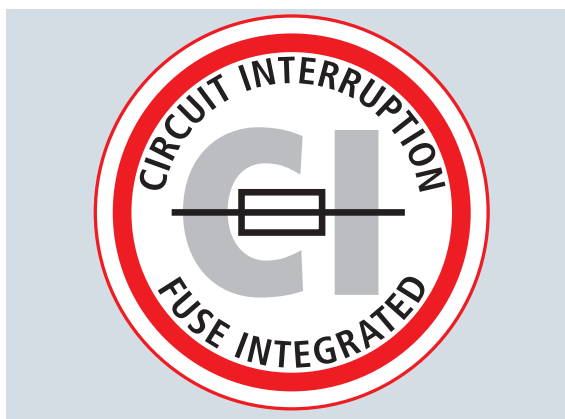
W zakresie testów dobezpieczeń ograniczników typu 1 potwierdzono, że zbyt mała wkładka bezpiecznikowa niedopasowana do wartości prądu udarowego, jaki może odprowadzić ogranicznik, powoduje odłączenie SPD od instalacji, jak również stwarza zagrożenie w przypadku eksplozji zabezpieczenia (rys 10). Podczas testu niedopasowany bezpiecznik o wartości 63 A eksplodował przy przepływie prądu udarowego 25 kA o kształcie 10/350 μ s. Przy poprawnie dobranym bezpieczniku o wartości 250 A gL/gG cały układ zachował się poprawnie podczas testu i odprowadził prąd udarowy 25 kA, powracając do normalnej pracy bez uszkodzeń.



Rysunek 13. Wymagane całkowite długości przewodów przyłączeniowych zgodnie z PN-HD 60364-5-534:
a) połączenie równoległe, b) połączenie w „układzie V”

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



Rysunek 14. Znak graficzny informujący o wbudowanym zabezpieczeniu zwarciowym w SPD



Rysunek 15. Budowa wewnętrzna ogranicznika typu 1 kombinowanego DEHNvenCI

Wpływ długości przewodów przyłączeniowych ogranicznika przepięć na rzeczywisty poziom ochrony uzyskiwany w instalacji

Kolejnym elementem bardzo istotnym przy montażu dobezpieczeń zwarciowych ograniczników przepięć jest konieczność wydłużenia przewodów przyłączeniowych. Norma PN-HD 60364-5-534:2012 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Urządzenia do ochrony przed przepięciami” restrykcyjnie narzuca bardzo krótkie maksymalne długości przewodów przyłączeniowych (rys. 13) i ma to uzasadnienie techniczne. Im dłuższy przewód połączeniowy pomiędzy układem zasilania a ogranicznikiem oraz ogranicznikiem a uziemieniem, tym wyższy będzie poziom ochrony uzyskiwany przez cały układ ochronny.

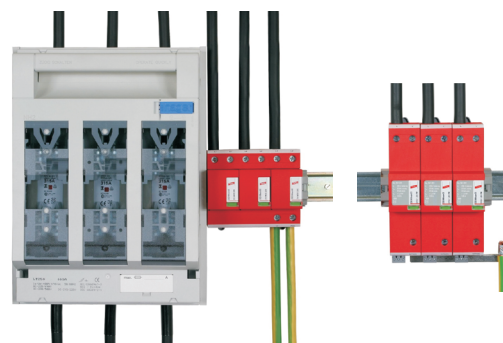
Spadek napięcia, jaki powstaje podczas przepływu prądu udarowego na przewodach przyłączeniowych, będzie sumował się z napięciowym poziomem ochronnym uzyskiwanym na samym ograniczniku, dając rzeczywisty poziom ochronny dużo wyższy niż wynikałoby to z parametrów zainstalowanego ogranicznika przepięć. Wykonując połączenia przyłączeniowe o długości 2 m, praktycznie niweluje się system ochrony dla instalacji. Uzyskany sumaryczny napięciowy poziom ochrony układu ochronnego przy takiej długości przewodów jest niewystarczający do ochrony urządzeń podłączonych do instalacji.

Innowacja – wbudowany bezpiecznik

Wylimitowanie wszelkich błędów podczas projektu i montażu dobezpieczenia zwarciowego ograniczników przepięć, jak również łatwość zachowania wymagań normatywnych w zakresie maksymalnych długości przewodów przyłączeniowych, było celem przy tworzeniu nowej grupy ograniczników przepięć z innowacyjnym rozwiązaniem. Prostym sposobem na ominięcie wszystkich trudności było stworzenie nowoczesnego ogranicznika przepięć wy-

sażonego w wewnętrzne zabezpieczenie zwarciowe. Oferta firmy DEHN sukcesywnie uzupełniana jest o kolejne modele ograniczników przepięć z wbudowanym bezpiecznikiem. W katalogu ograniczników tego typu posiadają dodatkowe oznaczenie graficzne, które informuje o zastosowanej innowacyjnej technologii CI (rys. 14). W nowym rozwiązaniu nie zabudowano typowego bezpiecznika mocy w obudowie ogranicznika, lecz stworzono specjalny bezpiecznik dopasowany do parametrów ogranicznika przepięć, z którym współpracują. Na obudowie bezpiecznika podany jest kształt i wartość prądu udarowego, jaki może przepłynąć przez wkładkę, oraz przedstawione są symbole graficzne bezpiecznika i ogranicznika przepięć połączonego szeregowo (rys. 15).

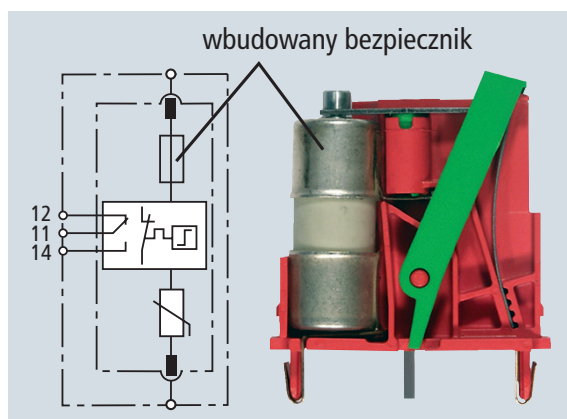
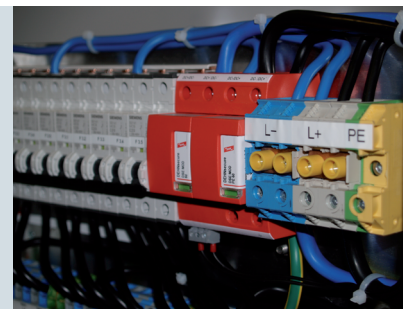
Jednym z głównych produktów w nowej grupie ograniczników jest DEHNvenCI. Jest to ogranicznik iskiernikowy typu 1 kombinowanego w technologii RADAX Flow. Pod względem technicznym DEHNvenCI zachowuje właściwości i cechy dobrze znanego ogranicznika DEHNventil, ale ze względu na wbudowany bezpiecznik



Rysunek 16. Porównanie zapotrzebowania powierzchni montażowej przy rozwiązaniu tradycyjnym i zastosowaniu SPD z wbudowanym bezpiecznikiem

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



Rysunek 17. Budowa ogranicznika typu 2 DEHNGuard CI z wbudowanym bezpiecznikiem

jest to rozwiązanie 1-półowe o szerokości 2 modułów TE. Dzięki wbudowanemu bezpiecznikowi uzyskujemy 75% oszczędności powierzchni montażowej w stosunku do rozwiązania tradycyjnego (rys. 16).

Do nowej innowacyjnej grupy ograniczników przepięć należą również ograniczniki typu 2. Powstała cała seria ograniczników DEHNGuard CI z wbudowanym zabezpieczeniem (rys. 17). Wbudowanie bezpiecznika w tym przypadku nie zmieniło gabarytów ogranicznika przepięć w stosunku do dotychczasowych urządzeń. Bezpieczniki montowane są w module ochronnym ogranicznika. Uszkodzenie ogranicznika przepięć lub wbudowanego bezpiecznika sygnalizowane jest poprzez wskaźnik optyczny uszkodzenia zainstalowany na frontowej części ogranicznika. Również zdalna sygnalizacja uszkodzenia (styk FM) uwzględni ewentualne uszkodzenie wbudowanego bezpiecznika.

Zalety innowacyjnego rozwiązania

- ➔ oszczędność powierzchni montażowej w rozdzielni do 75%,
- ➔ krótkie przewody przyłączeniowe spełniające wymogi normy PN-HD 60364-5-534,
- ➔ eliminacja błędów podczas projektu i montażu dobezpieczenia SPD,
- ➔ oszczędność czasu podczas montażu systemu,
- ➔ wbudowany specjalny bezpiecznik zwiększa pewność pracy układu.

3. Monitoring ograniczników przepięć w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia

Ograniczniki instalowane w obwodach elektrycznych niskiego napięcia 230/400V muszą spełniać wymogi normy wyrobu. Jedynolite ustalenia dla całej Europy zawiera norma „PN-EN 61643-11:2013-06 Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia Część 11: Urządzenia ograniczające przepięcia w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia. Wymagania i metody badań”. W normie opisano wymagania dla urządzeń do ochrony przed skutkami bezpośredniego i pośredniego oddziaływania pioruna, lub innych przepięć przejściowych, przewidziane do instalowania w sieciach elektroenergetycznych i układach napięcia przemiennego 50/60 Hz o napięciu znamionowym do 1000 V (wartości skutecznej). Norma PN-EN 61643-11 nie obejmuje badań eksploatacyjnych przeprowadzanych w ramach kontroli instalacji elektrycznych.

W ramach normy europejskiej dotyczącej ochrony odgromowej zalecenie dotyczące kontroli ograniczników (SPD) przepięć znajdziemy w arkuszach „PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia” oraz „PN-EN 62305-4: 2011 Ochrona odgromowa Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach”. Po pierwsze w arkuszu 3 normy można znaleźć zapis mówiący, że „SPD powinny być instalowane w taki sposób, aby mogły być one sprawdzone” (pkt 6.2.1). Natomiast w obydwu arkuszach (3 i 4) zapisano, że podczas badania LPS (kompletnego zespołu środków ochrony urządzeń wewnętrznych przed LEMP) w ramach procedury badań (w punktach E.7.2.3 / 8.2) wymagane jest dokonanie oględzin w celu potwierdzenia, że nie ma oznak uszkodzenia SPD i ich bezpieczników lub rozłączników. Zgodnie z powyższymi zapisami urządzenia do ograniczania przepięć (dotyczy to szczególnie SPD typu 1) jako część urządzenia piorunochronnego powinny być poddawane oględzinom w terminach wymaganych przez obowiązujące normy ochrony odgromowej.

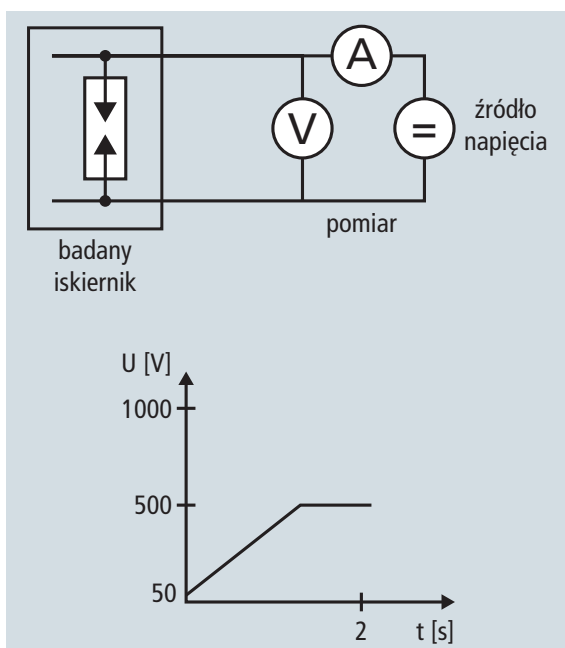
Tworząc programy przeglądów i konserwacji LPS, należy określić częstość ich przeprowadzania oraz dokładny zakres, który powinien obejmować:

- ➔ sprawdzenie dokumentacji technicznej,
- ➔ oględziny,
- ➔ dokonanie prób,
- ➔ wykonanie dokumentacji sprawdzania.

W przypadku rozbudowy, uzupełnień lub innych zmian w obiekcie lub w instalacji elektrycznej należy sprawdzić potrzebę uzupełnienia urządzeń do ograniczania przepięć. Sprawdzania układów SPD, podobnie jak urządzenia piorunochronnego, powinien dokonywać specjalista z dziedziny ochrony odgromowej.

Dobór i stosowanie SPD

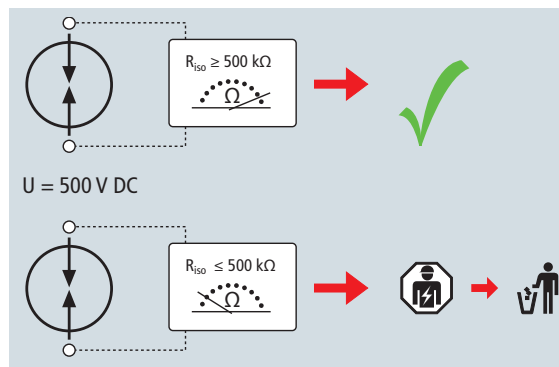
Poradnik dla producentów rozdzielnic



Rysunek 18. Zasada pomiaru iskiernikowego SPD typu 1

SPD typu 1, jako część instalacji odgromowej, powinny być poddawane oględzinom w terminach wymaganych przez obowiązujące normy ochrony odgromowej. Należy sprawdzić, czy nie ma znaków uszkodzeń urządzeń ograniczających przepięcia. Dodatkowo w przypadku stosowania bezpieczników włączanych szeregowo z SPD wskazane jest sprawdzanie ich stanu po każdej burzy nad obiektem lub po zadziałaniu głównych zabezpieczeń nadprądowych w instalacji.

W normie PN-EN 62305-4:2011 w punkcie 9.2.2.3 znajduje się zapis mówiący o tym, że w przypadku stosowania SPD nieposiadającego wizualnego wskaźnika należy wykonywać – zgodnie z instrukcją producenta – pomiary w celu potwierdzenia stanu jego działania. W przypadku iskiernikowych SPD typu 1 można tylko próbować ocenić stan zużycia elektrod na podstawie pomiarów:



Rysunek 19. Sprawdzenie eksploatacyjne iskiernikowego SPD

- ➔ statycznego napięcia zapłonu iskierników,
- ➔ rezystancji izolacji przy określonym napięciu.

W pierwszej metodzie pomiarowej doprowadzamy do SPD narastające napięcie przemiennie lub stałe i określamy napięcie zapłonu iskierników. Do tego celu można wykorzystać typowe źródła regulowanych napięć stałych lub przemiennych.

W drugim przypadku mierzymy wartości rezystancji izolacji przy określonym napięciu, np. 500 V, doprowadzanym do SPD. Odczytu należy dokonać po 5 sekundach od chwili doprowadzenia do zacisków SPD napięcia (rys. 18).

Niektórzy producenci SPD w instrukcja montażowych swoich wyrobów przedstawiają w prosty sposób graficzny zasady sprawdzania iskiernikowych SPD. Przed przystąpieniem do pomiarów należy uzyskać od producentów urządzeń do ograniczania przepięć informacji o wartościach napięć, które są poprawne dla danego SPD (rys. 19).

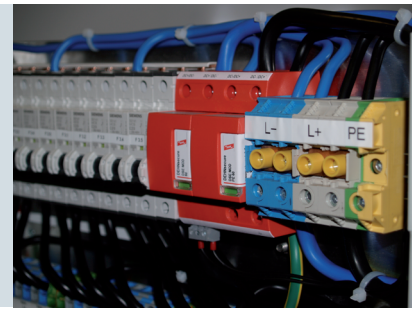
W przypadku kombinowanych ograniczników przepięć typu 1 firmy DEHN kontrola ogranicznika (zgodnie z zaleceniami zawartymi w instrukcji montażowej dołączanej do każdego urządzenia) ogranicza się do stwierdzenia, czy nie nastąpiła zmiana koloru wskaźnika stanu w okienku sygnalizacji optycznej na frontowej ścianie urządzenia – z koloru zielony (sprawny) na kolor czerwony (uszkodzony). W wersjach ograniczników z końcowym oznacze-



Rysunek 20. Okienko sygnalizacji w kombinowanych ogranicznikach przepięć typu 1: a) DEHNvenCI, b) DEHNventil, c) DEHNshield

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



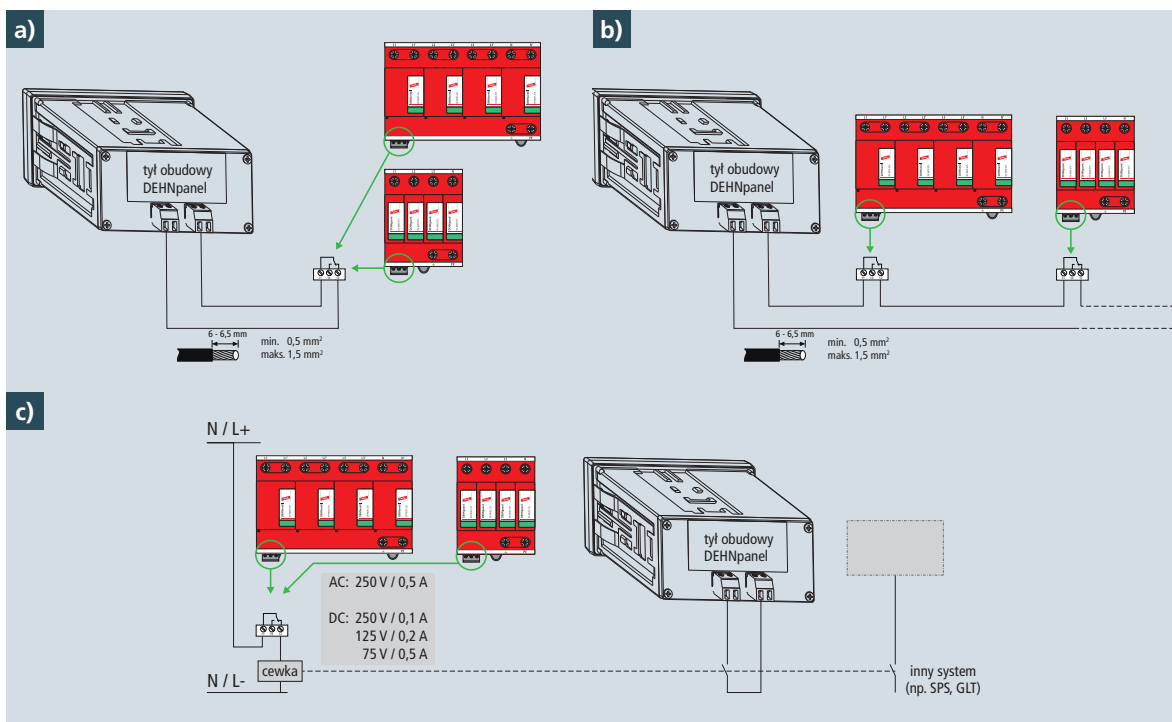
Rysunek 21. DEHNpanel – specjalne rozwiązanie do zabudowy w drzwiach rozdzielnic

niem „FM” występują dodatkowe bezpotencjałowe zestyki przełączne (zwierne i rozwiernie – do wyboru) umożliwiające zdalną sygnalizację stanu ogranicznika (rys. 20).

UWAGA

Wszystkie kombinowane ograniczniki przepięć typu 1 firmy DEHN (jedno- i wielobiegunowe) przeznaczone do montażu na szynie TH 35 mm wyposażone są w okno sygnalizacji optycznej (dotyczy to również ograniczników lub modułów N-PE).

W przypadku stosowania ograniczników przepięć wyposażonych w zestyki FM (umożliwiające zdalną sygnalizację stanu SPD) w rozbudowanym systemie ochrony przepięciowej w obiekcie można



Rysunek 22. Wykorzystanie wskaźnika DEHNpanel do monitoringu w instalacji elektrycznej nn: a) połączenie wskaźnika ze stykiem FM pojedynczego ogranicznika, b) nadzór nad kilkoma ogranicznikami – połączenie szeregowe zacisków FM, c) połączenie wskaźnika DEHNpanel z innym systemem monitoringu

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



zastosować urządzenie DEHNpanel (rys. 21, 22) w celu szybkiej oceny stanu SPD, np. po wyładowaniu piorunowym w obiekt lub jego pobliżu.

DEHNpanel służy do optycznej zdalnej sygnalizacji stanu ograniczników przepięć wyposażonych w zestyki FM zamontowanych w instalacji. Stan ograniczników przepięć jest wyraźnie i czytelnie sygnalizowany przez silne diody LED nawet w trudnych warunkach oświetleniowych. Przy łatwym podłączeniu, również do istniejących szaf, użytkownik instalacji otrzymuje możliwość komfortowego nadzorowania stanu ograniczników przepięć zabudowanych w rozdzielnicach, bez konieczności otwierania drzwi szafy rozdzielczej. Zastosowane energooszczędne diody LED gwarantują długi czas pracy na jednym komplecie baterii. Wymiana baterii nie wymaga otwierania drzwi szafy rozdzielczej, co znacznie upraszcza obsługę systemu. Połączenie SPD wyposażonych w zestyki FM z urządzeniem DEHNpanel pozwala na szybką ocenę wizualną stanu SPD w danym pomieszczeniu lub poprzez zestyki przekaźnika na przekazanie sygnalizacji o uszkodzeniu SPD do innego systemu monitoringu pracującego w obiekcie.

Zgodnie z normą PN-HD 60364-6 pomiar rezystancja izolacji instalacji elektrycznej o napięciu nominalnym obwodu do 500 V wykonywany jest napięciem probierczym DC 500 V. Mierzona rezystancja izolacji jest zadowalająca, jeżeli jej wartość dla każdego obwodu z odłączonym osprzętem jest nie mniejsza niż 1 MΩ.

W normie zapisano, że jeżeli istnieje prawdopodobieństwo, iż zabudowane w instalacji ograniczniki przepięć (SPD) mogą mieć wpływ na próbę sprawdzającą rezystancję izolacji lub mogą się uszkodzić, to należy je odłączyć przed wykonaniem pomiaru rezystancji izolacji.

UWAGA

Wszystkie ograniczniki przepięć typu 1 firmy DEHN spełniają ten zapis normy. Żaden z ograniczników kombinowanych znajdujących się w ofercie firmy DEHN podczas badań rezystancji izolacji wykonywanych napięciem probierczym DC 500 V nie wpływa na wartość pomiaru, a tym samym nie wymaga odłączania od instalacji elektrycznej.

Przywołane artykuły, normy i wytyczne

- [1] PN-EN 61643-11:2013-06 – wersja angielska. Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia – Część 11: Urządzenia ograniczające przepięcia w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia – Wymagania i metody badań
- [2] PN-EN 62305-3:2011 – wersja polska. Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia
- [3] PN-EN 62305-4:2011 – wersja polska. Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
- [4] PN-HD 60364-5-534:2016-04 – wersja angielska. Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-534: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie – Urządzenia do ochrony przed przejściowymi przepięciami
- [5] PN-HD 60364-4-443:2016-03 – wersja angielska. Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi – Ochrona przed przejściowymi przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi
- [6] Technische Anschlussbedingungen TAB 2007 für den Anschluss an das Niederspannungsnetz. Verband der Netzbetreiber VDN e.V. beim VDEW
- [7] Überspannungsschutzeinrichtungen Typ 1 Richtlinie für den Einsatz von Überspannungs-Schutzeinrichtungen (ÜSE) Typ 1 (bisher Anforderungsklasse B) in Hauptstromversorgungssystemen. 2. Auflage 2004. Verband der Netzbetreiber VDN e.V. beim VDEW
- [8] VdS 2031 – Blitz- und Überspannungsschutz in elektrischen Anlagen, Richtlinien zur Schadenverhütung. Wrzesień 2010
- [9] Sowa A., Oddziaływanie ograniczników przepięć na inne urządzenia w instalacji elektrycznej w obiekcie budowlanym, Elektroinstalator 12/2002

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



Zasady doboru SPD

Ważne informacje dotyczące wyboru i sposobu montażu ograniczników przepięć typu 1 w instalacji elektrycznej 230/400 V, 50 Hz na przykładzie systemu sieci TN-S

Kombinowany SPD typu 1 DEHNventil® M



DV M TNS 255 nr kat. 951 400
DV M TNS 255 FM nr kat. 951 405

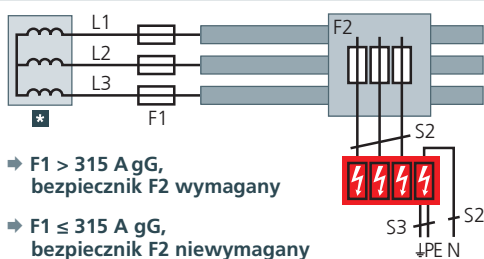


Tabela 1: Kombinowany SPD typu 1 zapewniający $U_p \leq 1,5$ kV

Bezpiecznik F2	Przekrój S2, S3 – przewód	Prąd zwarcia w instalacji
315 A gG	Cu 50 mm ² (np. H07V-K)	$I_{k_{eff}} \leq 100$ kA
250 A gG	Cu 35 mm ² (np. H07V-K)	
200 A gG	Cu 35 mm ² (np. H07V-K)	
160 A gG	Cu 25 mm ² (np. H07V-K)	

Kombinowany SPD typu 1 z wewnętrznym bezpiecznikiem DEHNvenCI



4x DVCI 1 255 nr kat. 961 200
4x DVCI 1 255 FM nr kat. 961 205

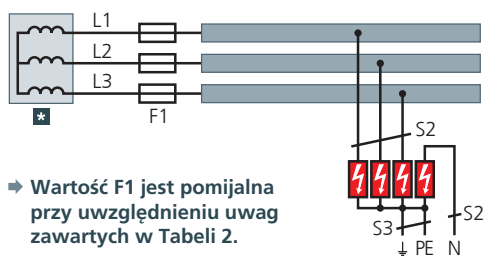


Tabela 2: Kombinowany SPD typu 1 zapewniający $U_p \leq 1,5$ kV

Bezpiecznik F2	Przekrój S2, S3 – przewód	Prąd zwarcia w instalacji
wewnątrz ogranicznika	przekrój S2 Cu 25 mm ² (np. NSGAFÖU) przekrój S3 Cu 25 mm ² (np. H07V-K)	$I_{k_{eff}} \leq 100$ kA

NSGAFÖU specjalny jednożyłowy przewód w izolacji gumowej wg DIN VDE 0250 cz. 602 odporny na zwarcia w instalacjach do 1000 V
H07V-K przewód jednożyłowy, żyła miedziana wielodrutowa, giętka, izolacja poliwinylowa, napięcie znamionowe: 450/750 V, oznaczenia wg normy PN-HD 361: S3 (oznaczenie polskie: LgY 450/750 V)

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



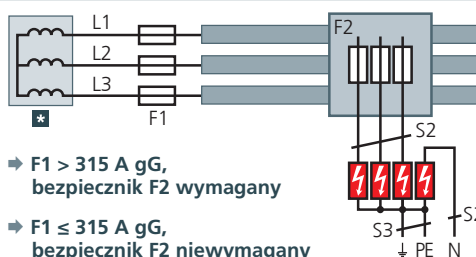
Zasady doboru SPD

Ważne informacje dotyczące wyboru i sposobu montażu ograniczników przepięć typu 1 w instalacji elektrycznej 230/400 V, 50 Hz na przykładzie systemu sieci TN-S

Skoordynowany SPD typu 1 DEHNbloc® M



4x DB M 1 255 nr kat. 961 120
4x DB M 1 255 FM nr kat. 961 125



- F1 > 315 A gG, bezpiecznik F2 wymagany
- F1 ≤ 315 A gG, bezpiecznik F2 niewymagany

Tabela 3: Bezpośrednio skoordynowany SPD typu 1 zapewniający $U_p \leq 2,5$ kV

Bezpiecznik F2	Przekrój S2, S3 – przewód	Prąd zwarcia w instalacji
315 A gG	Cu 50 mm ² (np. H07V-K)	$I_{k\text{eff}} \leq 100$ kA
250 A gG	Cu 35 mm ² (np. H07V-K)	
200 A gG	Cu 35 mm ² (np. H07V-K)	
160 A gG	Cu 25 mm ² (np. H07V-K)	

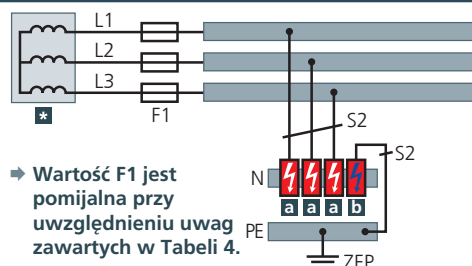
Skoordynowany SPD typu 1 z wewnętrznym bezpiecznikiem DEHNbloc® Maxi S



3x DBM 1 255 S
nr kat. 900 220



1x DGPM 1 255 S
nr kat. 900 050



- Wartość F1 jest pomijalna przy uwzględnieniu uwag zawartych w Tabeli 4.

Tabela 4: Bezpośrednio skoordynowany SPD typu 1 zapewniający $U_p \leq 2,5$ kV

Bezpiecznik F2	Przekrój S2, S3 – przewód	Prąd zwarcia w instalacji
wewnątrz ogranicznika	Cu 35 mm ² (np. NSGAFÖU)	$I_{k\text{eff}} \leq 100$ kA

NSGAFÖU specjalny jednożyłowy przewód w izolacji gumowej wg DIN VDE 0250 cz. 602 odporny na zwarcia w instalacjach do 1000 V
H07V-K przewód jednożyłowy, żyła miedziana wielodrutowa, giętka, izolacja poliwinylowa, napięcie znamionowe: 450/750 V, oznaczenia wg normy PN-HD 361: S3 (oznaczenie polskie: LgY 450/750 V)

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



Zasady doboru SPD

Ważne informacje dotyczące wyboru i sposobu montażu ograniczników przepięć typu 1 w instalacji elektrycznej 230/400 V, 50 Hz na przykładzie systemu sieci TN-S

SPD typu 2 DEHNguard® M



DG M TNS 255 nr kat. 952 400
DG M TNS 255 FM nr kat. 952 405

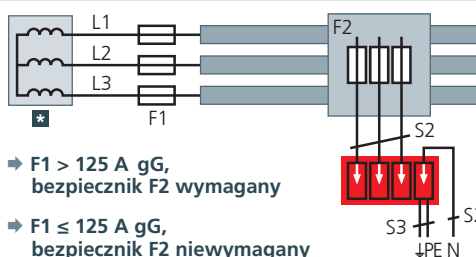


Tabela 5: SPD typu 2 zapewniający $U_p \leq 1,5$ kV

Bezpiecznik F2	Przekrój S2, S3 – przewód	Prąd zwarcia w instalacji
125 A gG	Cu 16 mm ² (np. H07V-K)	$I_{k_{eff}} < 50$ kA
100 A gG	Cu 16 mm ² (np. H07V-K)	
80 A gG	Cu 10 mm ² (np. H07V-K)	
63 A gG	Cu 10 mm ² (np. H07V-K)	

SPD typu 2 z wewnętrznym bezpiecznikiem DEHNguard® M CI



DG M TNS CI 275 nr kat. 952 401
DG M TNS CI 275 FM nr kat. 952 406

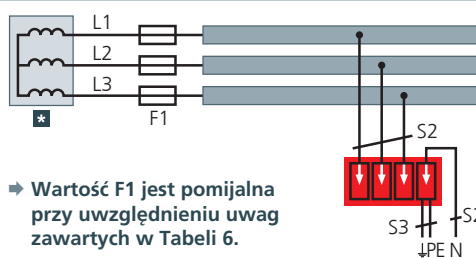


Tabela 6: SPD typu 2 zapewniający $U_p \leq 1,5$ kV

Bezpiecznik F2	Przekrój S2, S3 – przewód	Prąd zwarcia w instalacji
wewnątrz ogranicznika	przekrój S2 Cu 16 mm ² (np. NSGAFÖU) przekrój S3 Cu 16 mm ² (np. H07V-K)	$I_{k_{eff}} < 25$ kA

NSGAFÖU H07V-K specjalny jednożyłowy przewód w izolacji gumowej wg DIN VDE 0250 cz. 602 odporny na zwarcia w instalacjach do 1000 V przewód jednożyłowy, żyła miedziana wielodrutowa, giętka, izolacja poliwinylowa, napięcie znamionowe: 450/750 V, oznaczenia wg normy PN-HD 361: S3 (oznaczenie polskie: LgY 450/750 V)

Dobór i stosowanie SPD

Poradnik dla producentów rozdzielnic



Zasady doboru SPD

Ważne informacje dotyczące wyboru i sposobu montażu ograniczników przepięć typu 1 w instalacji elektrycznej 230/400 V, 50 Hz na przykładzie systemu sieci TN-S

Moc transformatora [kVA]	1-sekundowy prąd zwarcia I_k [kA] po stronie 400 V dla	
	napięcia zwarcia $u_k = 4\%$	napięcia zwarcia $u_k = 6\%$
400	14,43	
500	18,04	
630	22,73	15,16
800		19,25
1000		24,06
1250		30,07
1600		38,49
2000		48,11
2500		60,14

Przewody przyłączeniowe ograniczników przepięć muszą spełniać wymagania normy PN-HD 60364-4-43:2012 w zakresie ochrony przed prądami zwarciovymi, tzn. w zakresie czasów zadziałania zabezpieczeń $0,1 \text{ s} < [t] < 5 \text{ s}$ przewód o określonym przekroju [S] i współczynniku materiałowym [k] nie może zostać przeciążony termicznie ($I^2t < k^2S^2$). Dla czasów działania urządzeń zabezpieczających $< 0,1 \text{ s}$, gdy asymetria prądu jest znaczna, i dla prądu granicznego urządzenia iloczyn k^2S^2 powinien być większy niż wartość energii dopuszczalnej (I^2t) podana przez wytwórcę urządzenia zabezpieczającego. Jeżeli zamiast rekomendowanych bezpieczników o charakterystyce gG zastosowane zostaną inne wyłączniki, należy uwzględnić całą Joule'a impulsu prądu ograniczonego, przepuszczonego przez wyłącznik.

Całkowita długość przewodów przyłączeniowych (L + PEN / PE/N) nie może (zgodnie z PN-HD 60364-5-534:2012) przekraczać 1 m. W przypadku SPD z wewnętrznym bezpiecznikiem, zainstalowanych poza strefami zagrożenia pożarem i wybuchem, długość ta może być zwiększona do 3 m.

Ochrona przed przepięciami
Ochrona odgromowa
Sprzęt bezpieczeństwa
DEHN chroni.

DEHN POLSKA sp. z o.o.
ul. Wołoska 16
02-675 Warszawa
Polska

Dział Handlowy:
tel. +48 22 299-60-40 do 41

Doradcy techniczni:
tel. +48 606-749-766
tel. +48 608-109-024
tel. +48 694-603-256
tel. +48 606-826-782
tel. +48 531-000-572

dehn@dehn.pl
www.dehn.pl



www.dehn.pl

Informacja o zastrzeżonych znakach towarowych jest dostępna na stronie www.dehn-international.com/en/our-registered-trademarks.
Zastrzega się prawo do zmian technicznych oraz błędów drukarskich. Ilustracje nie są wiążące.