

# Konflikt technologii

Jens Ehrler, Lothar Gmelch, Krzysztof Wincencik

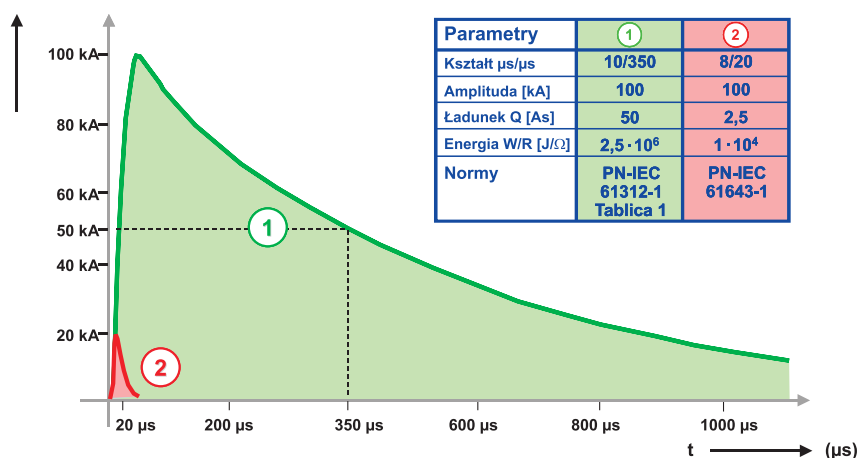
**Część II artykułu kontynuuje problem doboru ograniczników przepięć typ 1 do ochrony instalacji elektrycznych niskiego napięcia. W wersji oryginalnej artykuł ukazał się w 2004 roku w numerze 4-5 czasopisma „G&H – Gebäudetechnik und Handwerk”. Autorzy powołują się w jego treści na dokumenty oraz normy obowiązujące w Niemczech. W polskiej wersji artykułu nie wprowadzono zasadniczych zmian, dokonano jednak niewielkich uzupełnień oraz wprowadzono kilka komentarzy dotyczących tych dokumentów (np. nowszej wersji), a także wybrane odniesienia do ustanowionych Polskich Norm.**

Zwarta budowa instalacji elektrycznych, na przykład w instalacjach telefonicznych, na przykład w instalacjach telefonicznych, jak również coraz częstsze zastosowanie czułych urządzeń elektronicznych w głównych rozdzielniach budynków doprowadziły do tego, że w miejsce ograniczników typu 1 (których zadaniem jest wyrównywanie potencjałów w przypadku zagrożenia prądem piorunowym z uwzględnieniem koordynacji izolacyjnej) stosuje się ograniczniki hybrydowe. Przejmują one ochronę odgromową i przeciwprzebieciową całej instalacji oraz wrażliwych urządzeń użytkowych i sterujących. Takie ograniczniki sprawdziły się także w przypadku domków jednorodzinnych, wyposażonych jedynie w centralną rozdzielnicę z tablicą licznikową.

Od lat stosuje się ograniczniki przepięć typu 1 oraz ograniczniki hybrydowe, budowane na bazie iskierników, do wyrównywania potencjałów w obiektach zagrożonych wyładowaniem piorunowym (posiadających zewnętrzną instalację piorunochronną). Wieloletnie prace badawcze i doświadczenia związane z technologią iskierników oraz łączeniem najnowszych materiałów i technologii doprowadziły do wyeliminowania ograniczeń w zastosowaniu iskierników.

Firma Dehn opracowała stosowaną w ogranicznikach typu 1 i ogranicznikach hybrydowych technologię Radax Flow, ograniczającą prąd zwarcia następczy. Technologia ta wykorzystana została w licznych urządzeniach wchodzących w skład urządzeń tzw. Czerwonej Serii.

Producenci oferują od lat ograniczniki typu 1 i ograniczniki kombinowane, za-



Rys. 1. Porównanie prądów udarowych o różnych kształtach fal

wierające iskiernikowy element ucinający, co sprawiło, że nabywcy tych urządzeń nie interesują się już tak bardzo zastosowaną w nich technologią. Zdarza się, że personel sprawujący nadzór nad instalacjami obiektów dąży do wymiany zamontowanych już ograniczników przepięć na nowe ograniczniki oparte na technologii warystorowej.

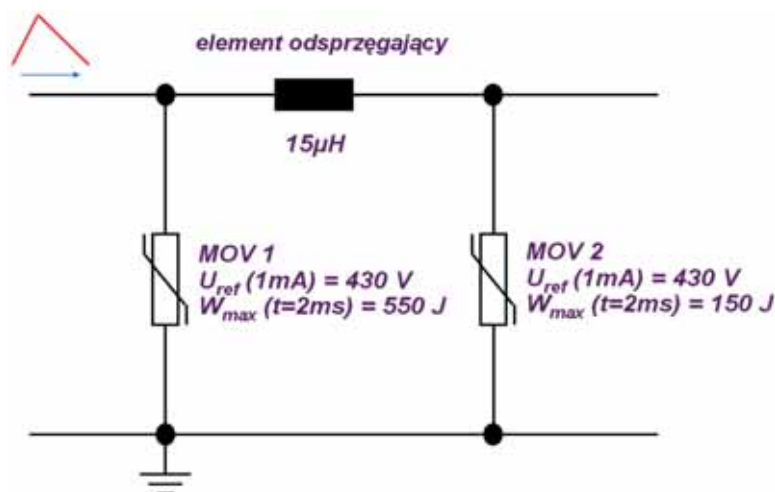
Z powodu wspomnianego wcześniej braku normatywnego umocowania pojęć „odgromnik prądowy” i „odgromnik kombinowany”, wielu producentów nadużywa zaufania swoich klientów. Ponieważ ograniczniki przepięć, określane mianem „kombinacja B+C”, są coraz częściej oparte wyłącznie na warystorach z tlenków metali, warto przyrzeć się bliżej właściwościom tej alternatywnej, potencjalnie korzystniejszej cenowo, kombinacji.

## Ograniczniki w technologii warystorowej

W ogranicznikach opartych na technologii warystorowej są obecnie stosowane prawie wyłącznie warystory z tlenków metali (MOV – metal-oxide varistor). Wary-

stor MOV, jako opornik o 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 „a”, który w przypadku warystorów tlenkowych przyjmuje wartość na poziomie  $a=30$ . Czas zadziałania takiego ogranicznika mieści się w granicach kilkadziesiąt 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 obciąże-



Rys. 2. Zastępczy schemat połączeń koordynacji ograniczników warystorowych

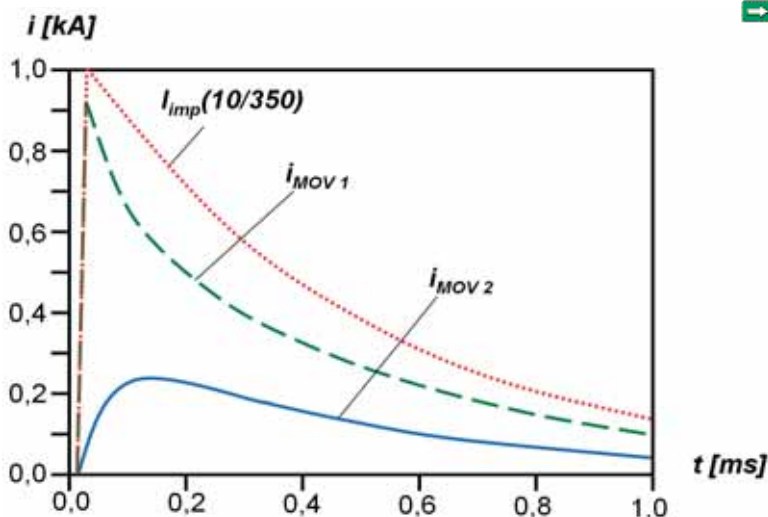
niu ciągłym, powodowanym przez niedopuszczalnie podwyższone napięcie sieciowe. Jeżeli przeciążenie jest bardzo duże może dojść do zwarcia warystora lub wręcz jego eksplozji. Jest to fatalna sytuacja, którą należy eliminować biorąc pod uwagę, że uszkodzony ogranicznik znajduje się w układzie zasilania niskiego napięcia, często na wejściu do obiektu (duża moc zwarciowa w miejscu zainstalowania).

### Zdolność do odprowadzania prądów udarowych

W folderach producentów warystorów występuje stwierdzenie, że warystory tlenkowe wykazują dużą zdolność do odprowadzania wysokoenergetycznych prądów udarowych, co jest tylko relatywnie prawdziwe. 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 wyrównywania potencjałów w obiekcie wyposażonym w zewnętrzne urządzenie piorunochronne mamy do czynienia z piorunowym prądem udarowym o kształcie 10/350 μs. Różnica dotycząca ładunku i energii właściwej tego udaru i udaru o kształcie 8/20 μs została uwidoczniiona na rysunku 1 w postaci stosunku powierzchni obu fal prądu udarowego.

Podany dalej przykład liczbowy obrazuje, jak duży może być wpływ kształtu fali prądu udarowego na wytrzymałość warystora metalowo-tlenowego. Ogranicznik typu 2 (według poprzednich oznaczeń ogranicznik spełniający wymagania probiercze klasy C) wykazujący maksymalną wytrzymałość sięgającą 40 kA przy prądzie udarowym o kształcie 8/20 μs ma wytrzymałość graniczną, przy prądzie udarowym o kształcie 10/350 μs, równą zaledwie 1,5-2 kA. Nie jest to nawet jedna dwudziesta część wykazywanego maksymalnego prądu wyładowczego. Jeżeliby odzwierciedlić wymaganą wytrzymałość prądową w tych wartościach, to obciążenie



Rys. 3. Podział prądów między ogranicznikami MOV 1 i MOV 2

→ 81 udarowe występujące w miejscu montażu ogranicznika typu 1 jest, w zależności od rodzaju sieci i poziomu zagrożenia, do 25 razy większe niż wytrzymałość prądowa rozpatrywanego warystora. 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 zwymiarowania i wyselekcjonowania można oczekiwać nierównomiernego podziału prądów na poszczególne gałęzie.

### Ograniczniki warystorowe nie zastępują ograniczników kombinowanych

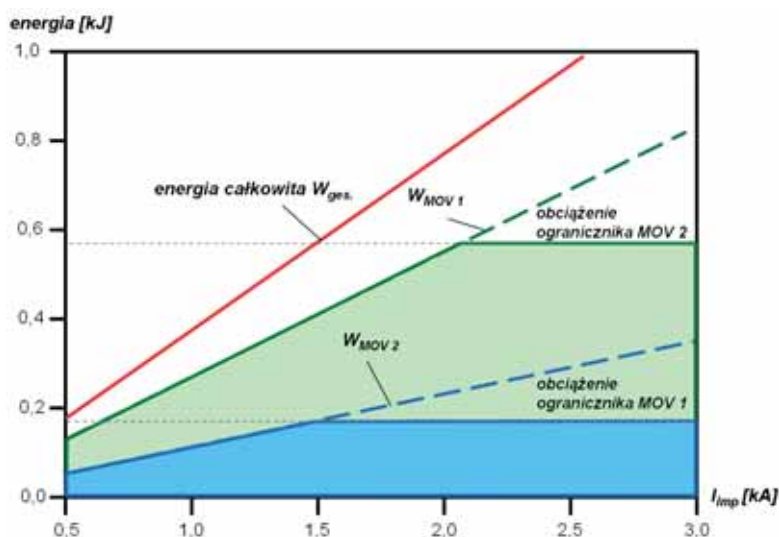
Drugą ważną cechą, z powodu której ograniczniki warystorowe nie mogą zastąpić ograniczników kombinowanych, jest niedostateczna zdolność ograniczników warystorowych do koordynacji z innymi ogranicznikami i z chronionymi urządzeniami. Analogicznie jak w przypadku wytrzymałości prądowej należy i tu za podstawę rozważań przyjąć udarowy prąd piorunowy o kształcie 10/350 ms. Ciągły sposób działania i ustalona charakterystyka napięciowo-prądowa warystorów tlenkowych są powodem znacznych ograniczeń ich zastosowania.

Na rysunkach 2-4 pokazano, że w przypadku stosowania między ogranicznikami indukcyjności odsprężającej (lub spełnia-

jącego jej rolę przewodu) trudno jest osiągnąć koordynację ograniczników warystorowych przy impulsach piorunowych o kształcie 10/350 ms. Zakłada się, że oba warystory mają takie samo napięcie trwałej pracy ( $U_c = 275 \text{ V}$ ). 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. 2).

Na rysunku 3 pokazano podział pomiędzy oba ograniczniki prądu udarowego o wartości 1 kA i o kształcie 10/350  $\mu\text{s}$ . Obserwując przepływ tego prądu, można zauważyć, że wpływ indukcyjności odsprężającej, zainstalowanej pomiędzy

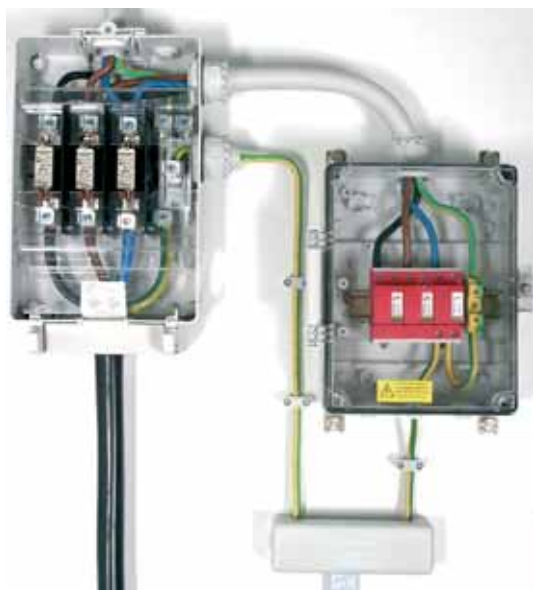
ogranicznikami MOV 1 i MOV 2, występuje tylko w obszarze czoła fali prądu udarowego. Prąd udarowy przepływający przez warystor MOV 1 jest znacznie większy niż prąd przepływający przez warystor MOV 2. W praktyce indukcyjnością odsprężającą jest albo specjalny dławik, albo odpowiedniej długości przewód, 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 10/350  $\mu\text{s}$  i całkowitym czasie trwania  $>1 \text{ ms}$ , duża część energii udaru jest przenoszona do układu podczas trwania grzbietu udaru.



Rys. 4. Podział energii między ogranicznikami MOV 1 i MOV 2

R E K L A M A

# 1/3



Rys. 5. Ogranicznik hybrydowy z technologią Radax-Flow

Na rysunku 4 pokazano podział energii między dwa ograniczniki warystorowe. Można na jego podstawie stwierdzić, że graniczna energia ogranicznika MOV 2 ( $W_{max} \text{ MOV } 2$ ) zostaje osiągnięta i dochodzi do jego uszkodzenia akurat przy prądzie udarowym 1,5 kA o kształcie 10/350  $\mu$ s. Przy prądzie tym warystor MOV 1 jest obciążony jedynie w dwóch trzecich swojej granicznej energii. Uzyskanie 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 kombinowanym inny ogranicznik warystorowy lub chronione urządzenie krańcowe ulega uszkodzeniu, podczas gdy występujący przed nimi ogranicznik kombinowany nie jest zbyt obciążony.

## Wnioski

Podsumowując należy stwierdzić, że warystorowe ograniczniki typu 1 zawierające warystory z tlenków metali (MOV) nie stanowią, z powodu swojego specyficznego sposobu działania, żadnej alternatywy technicznej dla ograniczników iskiernikowych. Ich odporność na prądy udarowe jest porównywalna z odpornością ograniczników typu 2 (oznaczanych uprzednio symbolem C).

Przy tworzeniu systemu ochrony odgromowej i przeciwprzebiegiowej w instalacjach elektrycznych duża rola przypada inżynierowi-projektantowi (a także specjalistom handlowym i producentom). Rola ta

polega na uświadamianiu użytkownikom 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.

Jens Ehrler  
Lothar Gmelch

Autorzy są pracownikami firmy Dehn+Söhne

Krzysztof Wincencik

Autor jest pracownikiem firmy Dehn Polska

Artykuł w wersji oryginalnej ukazał się w czasopiśmie

„G&H – Gebäudetechnik und Handwerk”  
nr 4-5/2004.



## Konkurs – lista zwycięzców edycji 06/2006

W lipcowej edycji konkursu firmy Dehn Polska wśród wielu nadesłanych zgłoszeń jedynie cztery zawierały prawidłowe odpowiedzi na wszystkie pytania. Oto lista zwycięzców:

1. Bogusław Żukowski, Gorzów Wielkopolski
2. Sławomir Kos, Łódź
3. Andrzej Majewski, Kobierniki,
4. Michał Marczak, Płock

Zwycięzcom gratulujemy!

Prawidłowe odpowiedzi na pytania z lipcowej edycji są dostępne na stronie <http://konkurs.dehn.pl>.

Już za miesiąc przedstawimy wyniki edycji sierpniowej konkursu oraz losowania nagród głównych – wyjazdu szkoleniowego do fabryki DEHN+SÖHNE w Niemczech.



## KONTAKT

Dehn Polska Sp. z o.o.

ul. Poleczki 23

02-822 Warszawa

tel. (22) 335 24 66 do 69

fax (22) 335 24 66 do 69

[www.dehn.pl](http://www.dehn.pl)