

# ochrona przepięciowa matych instalacji fotowoltaicznych

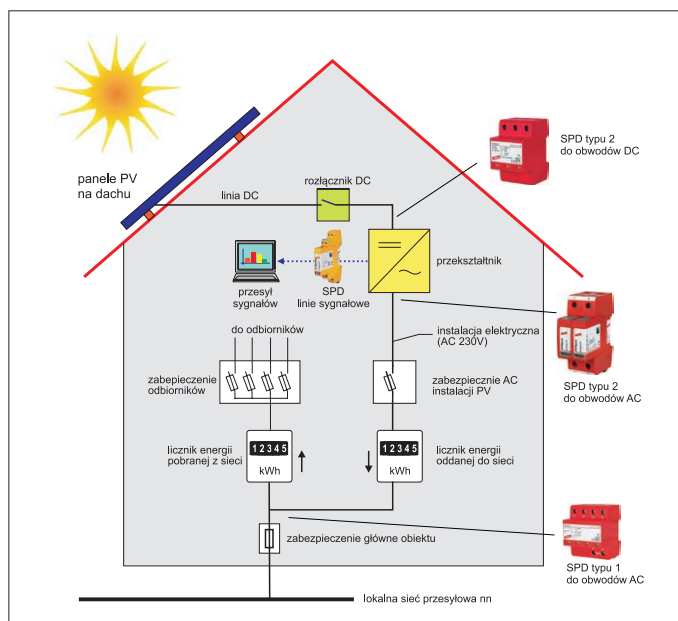
Krzysztof Wincencik – DEHN POLSKA

**Mimo zawirowań na naszym rynku związanych z kolejnymi zmianami zapisów ustawy o OZE, systematycznie rośnie ilość domowych instalacji PV o mocy rzędu kilku kW. Jedno z często pojawiających się pytań w kontekście minimalizacji ponoszonych kosztów przy budowie instalacji PV dotyczy tego, czy instalacja fotowoltaiczna wymaga w ogóle zastosowania specjalistycznej ochrony przepięciowej, szczególnie w przypadku matych budynków, które nie są wyposażone w zewnętrzne urządzenie piorunochronne.**

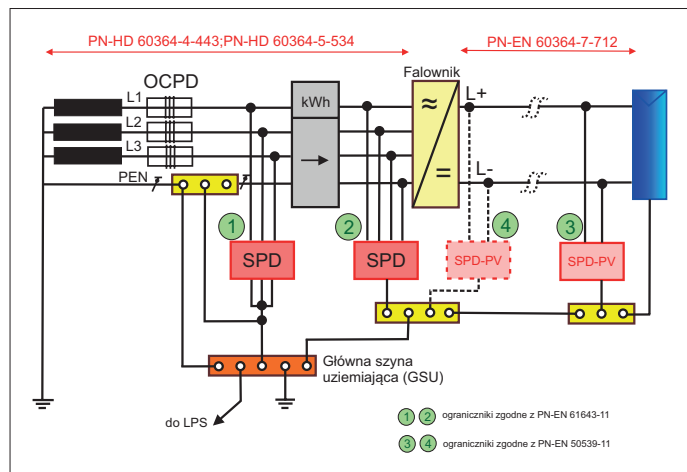
Budując instalację PV i angażując tym samym odpowiednie środki finansowe, oczekujemy, że nasza elektrownia będzie w stanie dostarczać prąd (na nasze potrzeby lub do sieci przesyłowej) również po burzy. Dlatego – zdając sobie sprawę z możliwych zagrożeń – należy przedsięwziąć odpowiednie środki zapewniające bezpieczeństwo pracy instalacji. Pozwoli to na stały dopływ środków finansowych ze sprzedaży lub oszczędności z tytułu wykorzystania samodzielnie wygenerowanej energii. W warunkach, kiedy instalacja PV zabudowana jest na dachu obiektu i tym samym jest wyeksponowana, zastosowanie urządzeń ograniczających przepięcia (SPD – ang. *surge protective device*) wydaje się jedynym sensownym rozwiązaniem technicznym, mającym na celu

ochronę instalacji przed niebezpiecznymi przepięciami. Wybór miejsca montażu i typu SPD nie jest łatwy bez znajomości realnego stanu instalacji w obiekcie. Oprócz wielkości generatora PV (liczba łańcuchów, tzw. „stringów”) oraz położenia falownika duże znaczenie mają też sposób prowadzenia instalacji wewnątrz obiektu oraz istnienie dodatkowych obwodów sygnałowych.

Na **rysunku 1.** zaprezentowano przykładowy schemat ochrony przepięciowej instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku bez urządzenia piorunochronnego. Analogiczny schemat ochrony może być stosowany w przypadku budynku z LPS odseparowanym od instalacji PV. „Odseparowane urządzenie piorunochronne” oznacza w tym kontekście, że nie ma galwanicznego połączenia między



Rys. 1. Przykładowe rozwiązanie ochrony przepięciowej dla budynku bez LPS



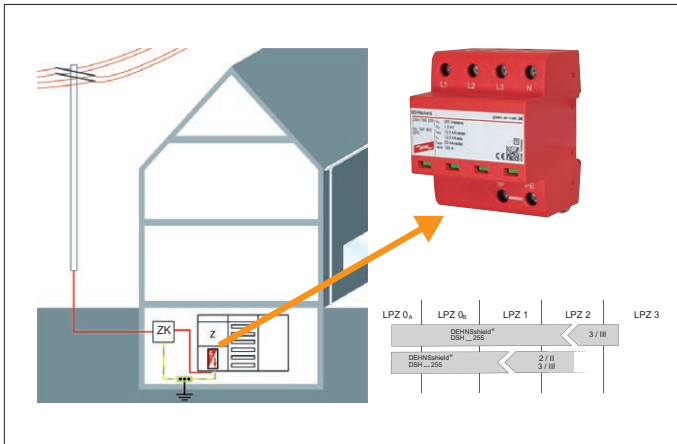
Rys. 2. Schemat rozmieszczenia SPD w instalacji PV

metalowymi elementami instalacji PV a elementami urządzenia piorunochronnego oraz że zachowany został minimalny odstęp separujący, zgodnie z normą ochrony odgromowej (pkt 6.3 normy PN-EN 62305-3:2011).

W zakresie ochrony przepięciowej w roku 2016 ustanowione zostały jako Polskie Normy trzy nowe arkusze normy dotyczącej instalacji elektrycznej nn. [2, 3, 4] Pierwsze dwa arkusze dotyczą instalacji po stronie AC, a trzeci – wymagań dla fotowoltaicznych układów zasilania PV. Pierwsze dwa arkusze powinny zostać wydane w języku polskim jeszcze w bieżącym roku, trzeci z arkuszy dostępny jest w języku oryginału.

W budynku bez zewnętrznego LPS – w zależności od rozległości instalacji w obiekcie – wybiera się odpowiedni typ SPD do ochrony wejść DC i AC falownika. Schemat ogólny doboru SPD oraz wymogi dla ograniczników przedstawiono w załączniku C normy [4]

W przypadku instalacji fotowoltaicznych o większej powierzchni oprócz ochrony przepięciowej w rozdzielni głównej może być wymagany – jak to przedstawiono na **rysunku 2.** – kolejny ogranicznik zapewniający ochronę wejść falownika. Do ochrony falownika (po stronie prądu zmiennego) w rozdzielni głównej budynku należy stosować ogranicz-



Rys. 3. Ogranicznik przepięć Typ 1 zainstalowany w rozdzielnicy głównej budynku

niki odpowiadające normie produkcyjnej PN-EN 61643-11.

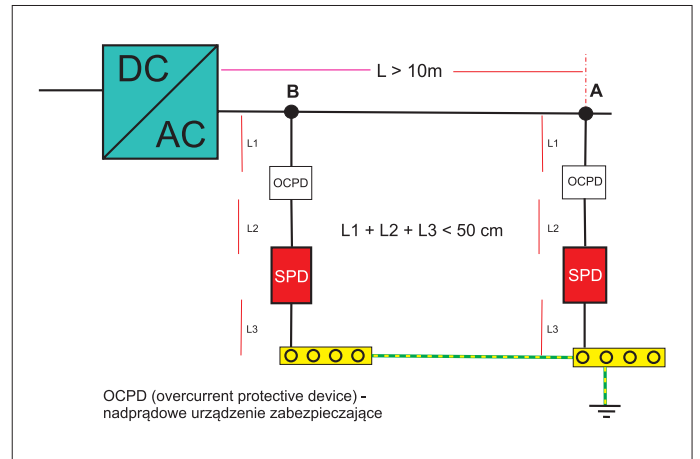
Nowa edycja normy PN-HD 60365-5-534 przewiduje stosowanie na wejściu instalacji do budynku SPD typu 1 w przypadku, gdy budynek nie jest wyposażony w zewnętrzne urządzenie piorunochronne, ale zasilany jest linią napowietrzną. Jeżeli możliwe jest wystąpienie bezpośredniego uderzenia pioruna w napowietrzną linię pomiędzy ostatnim słupem i wejściem do instalacji obiektu, do zainstalowania w złączu lub w jego pobliżu powinno zastosować się SPD typu 1. Przykład takiego rozwiązania pokazano na rysunku 3. Na początku instalacji (w rozdzielnicy głównej) zastosowano kombinowany SPD typu 1 DEHNshield TNS (FM) zapewniający niski poziom ochrony i selektywną współpracę z zabezpieczeniami głównymi obiektu.

Aby w wystarczającym stopniu zapewnić ochronę instalacji, zgodnie z wymaganiami normy [3] mogą być potrzebne dodatkowe SPD typu 2 lub typu 3, które powinny być umieszczone w stałej instalacji elektrycznej od strony odbiorników. Takie dodatkowe ograniczniki nie powinny być stosowane jako jedyny środek ochrony w instalacji AC (bez SPD zainstalowanych przy złączu instalacji). Muszą być one skoordynowane z poprzedzającymi je SPD znajdującymi się od strony zasilania. Zgodnie z zapisem normy instrukcje producenta powinny po-

dać informacje dotyczące sposobu osiągnięcia koordynacji między poszczególnymi SPD.

Skuteczność ochrony przed przepięciami w instalacji zależy w dużym stopniu od sposobu połączenia oraz długości przewodów łączących, jak też miejsca montażu samego SPD. Wszystkie przewody i wzajemne połączenia z odpowiednim SPD powinny być możliwie najkrótsze i proste oraz pozbawione zbędnych pętli. Nowa norma wprowadza w tym zakresie dwa ważne zapisy. Po pierwsze – ogranicza całkowitą długość przewodów montażowych SPD do wartości 0,5 m. Po drugie – norma określa skuteczną odległość ochronną dla SPD. Jeżeli odległość między SPD i urządzeniem poddawanym ochronie jest większa niż 10 m, należy zapewnić dodatkowe środki ochrony, jak np. dodatkowe SPD zainstalowane jak najbliżej urządzenia poddawanego ochronie. Napięciowy poziom ochrony  $U_p$  zastosowanego ogranicznika nie powinien w żadnym wypadku przekraczać znamionowego napięcia udarowego  $U_w$  dopuszczalnego dla chronionego urządzenia.

Zapisy w normie PN HD 60364-5-534 są zgodne z zaleceniami zawartymi w specyfikacji technicznej CENELEC dotyczącej ochrony instalacji fotowoltaicznych przed przepięciami spowodowanymi bezpośrednim lub pośrednim uderzeniem pioruna [5]. Dodatkowe zalecenia zawarte w normie [5] dotyczą wymaganej



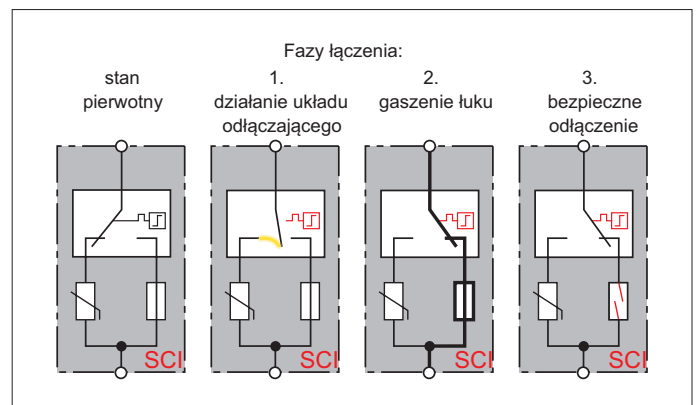
Rys. 4. Ochrona przed przepięciami przekształtnika – strona AC

ilości ograniczników przepięć w zależności od rozległości przestrzennej instalacji (zarówno dla instalacji AC, jak też DC). Jeżeli odległość pomiędzy rozdzielnicą główną obiektu z systemem PV a przekształtnikiem jest większa niż 10 m, zalecane jest zastosowanie dwóch ograniczników przepięć typu 2 (gałęzie A i B na rys. 4). W takim przypadku pierwszy z ograniczników montowany jest obok przekształtnika, a drugi – na końcu linii dochodzącej do przekształtnika (w najbliższej rozdzielnicy). W przypadku, gdy odległość (mierzona wzdłuż przewodów) pomiędzy przekształtnikiem a najbliższym ogranicznikiem przepięć w instalacji elektrycznej AC jest mniejsza od 10 m, instalowanie dodatkowego ogranicznika przepięć typu 2 na wejściu AC przekształtnika nie jest wymagane (tylko gałąź A).

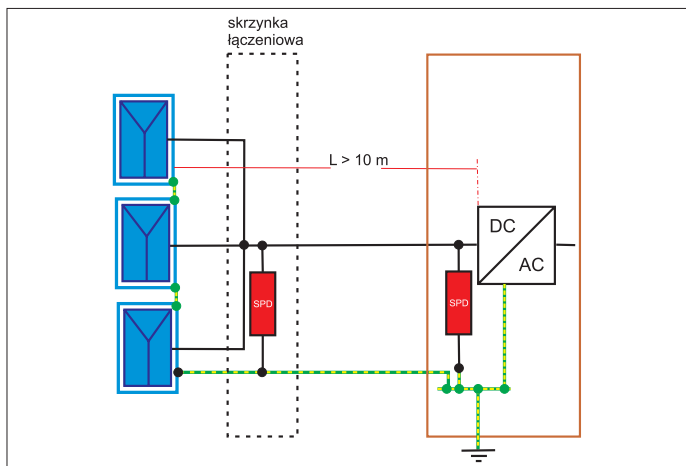
Szczególnie baczną uwagę należy zwrócić na ochronę przepięciową w obwodzie stałoprądowym instalacji

PV – obwodzie generatora prądu. Specyfikacja techniczna [5] wyraźnie wskazuje na to, że stosowane w tym celu ograniczniki przepięć muszą być dostosowane do pracy w fotowoltaicznych systemach zasilających i spełniać wymagania PN-EN 50539-11 [6]. W przypadku wystąpienia przeciążenia muszą one być wyposażone w odpowiednie systemy zabezpieczeń, które umożliwią bezpieczne odłączenie ogranicznika od instalacji DC. Na rysunku 5, pokazany został wewnętrzny układ połączeń stosowany w ogranicznikach typu 2 firmy DEHN przeznaczonych do zastosowań w instalacjach PV. Są to ograniczniki przepięć z trzystopniowym systemem przełączeniowym prądu stałego (system SCI).

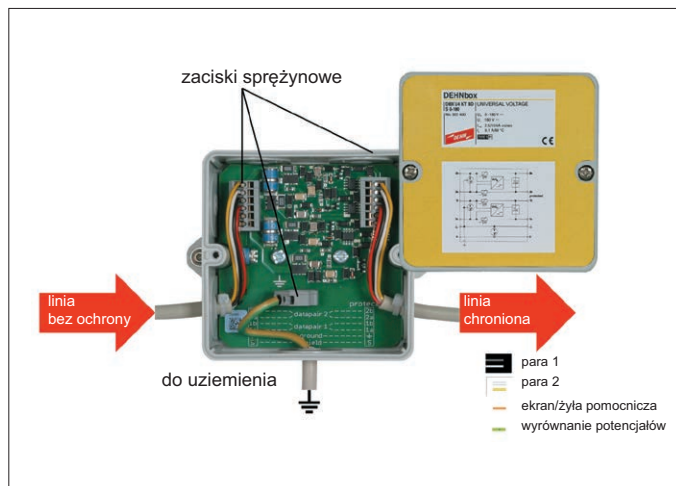
Rysunek 5, pokazuje działanie trójstopniowego układu przełączającego DC. Dzięki zastosowaniu specjalnego bezpiecznika w układzie zwierającym modułu, specjalnie przeznaczonego do instalacji PV, nie wystą-



Rys. 5. Fazy łączenia – działanie technologii SCI



**Rys. 6.** Montaż ograniczników przepięć w instalacji elektrycznej DC w przypadku, gdy odległość pomiędzy miejscem podłączenia paneli PV a przekształtnikiem jest większa od 10 m



**Rys. 7.** Uniwersalny ogranicznik przepięć do ochrony do ochrony 2 par linii sygnałowych

pi łuk elektryczny przy odłączeniu się ogranicznika. Również w przypadku przeciążenia i zniszczenia ogranicznika zadziała układ przełączający, dzięki czemu nie wystąpi ryzyko pożaru.

Również w instalacji DC, gdy odległość (liczona wzdłuż przewodów) pomiędzy skrzynką przyłączeniową paneli PV a przekształtnikiem jest mniejsza od 10 m, można zainstalować tylko jeden ogranicznik przepięć na wejściu DC przekształtnika. Podobnie jak w pokazanym wcześniej przypadku dla instalacji AC, dwa ograniczniki przepięć typu 2 (dedykowane specjalnie do systemów PV) wymagane są w przypadku, gdy długość przewodów łączących panele PV z przekształtnikiem przekracza 10 m. Przykład takiego rozwiązania pokazano na rysunku 6.

Z szerokiej listy ograniczników przepięć dedykowanych do ochrony obwodów DC systemów fotowoltaicznych dla potrzeb małych instalacji na dachu budynków można zastosować ogranicznik typu 2 DEHNguard YPV SCI Modular. Ogranicznik ten zaprojektowany został specjalnie do ochrony wejść DC falowników łańcuchowych (stringowych) oraz modułów PV (nie wymaga dodatkowego dobezpieczenia). Użyta w nim technologia SCI (*Short Circuit Interruption*) ma kilka zalet: łączy skuteczną ochronę przepięciową, przeciwpożarową oraz zdrowia i życia ludzkiego w jednym urządzeniu. Zastosowanie w układzie zwierającym specjalnego bezpiecznika, przeznaczonego do instalacji PV zapewnia bezpieczne przerwa-

nie obwodu w przypadku przeciążenia i odizolowanie ogranicznika od instalacji.

Aby zapewnić szczególne bezpieczeństwo wymagane dla instalacji PV, ogranicznik posiada układ połączeń wewnętrznych Y składający się z trzech biegunów warystorowych i trzech dołączonych kombinowanych układów odłączająco-zwierających. Ogranicznik występuje w dwóch wersjach dostosowanych do pracy w instalacjach o napięciu 600 V oraz 1000 V i zapewnia niski poziom ochrony, który wynosi:

- dla instalacji  $U_{CPV} = 600$  V poziom ochrony  $U_p \leq 2,5$  kV,
- dla instalacji  $U_{CPV} = 1000$  V poziom ochrony  $U_p \leq 4$  kV,
- zdolność wyłączenia prądów zwarciovych  $I_{SCPV} = 200$  A.

Stan każdego pola prezentuje wskaźnik optyczny w okienku kontrolnym. Kolor zielony oznacza „sprawny”, kolor czerwony – „uszkodzony”.

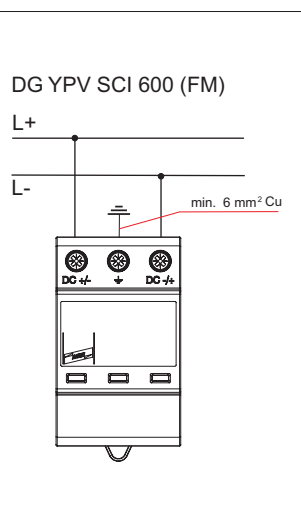
W przypadku bardziej rozbudowanych instalacji fotowoltaicznych wyposażonych w systemy sterujące i pomiarowe chronić należy również elementy elektroniczne tych systemów. Zapisy odnoszące się do tego problemu można znaleźć m.in. w normie PN-EN 60364-4-443 [2].

Norma zwraca uwagę na fakt, że urządzenia wewnątrz budynku są często połączone z dwoma różnymi systemami, np. z linią zasilającą oraz linią przesyłu sygnałów. W praktyce okazuje się, że w tego rodzaju urządzeniach odnotowywanych jest dużo szkód związanych z przepięciami. Dlatego jeżeli stosowanie SPD jest wymagane w liniach zasilających, należy przewidzieć zastosowanie dodatkowych SPD również w innych liniach, takich jak np. linie telekomunikacyjne, czy przesyłu sygnałów wychodzących na zewnątrz budynku, które narażone mogą być na oddziaływanie prądu piorunowego, zgodnie z zaleceniami norm powinny być zastosowane ograniczniki odporne na działanie uderów o dużej energii – klasa próby D1.

W przypadku SPD ograniczających przepięcia indukowane można zastosować SPD o klasie próby C2 lub C3

Typ	DG YPV SCI 600 (FM)	DG YPV SCI 1000 (FM)
$U_{CPV}$	$\leq 600$ VDC	$\leq 1000$ VDC
$I_{total}$	40 kA (8/20)	
$I_{max}$	25 kA (8/20)	
$I_{SCPV}$	1 kA	
$I_{PE, AC}$	$\leq 500$ $\mu$ A	
$I_{PE, DC}$	$\leq 25$ $\mu$ A	
wilgotność	5% ... 95%	
porty	1	
zakres temp. pracy	$-40^{\circ}C$ ... $+80^{\circ}C$	
stopień ochrony	IP 20	
zachowanie podczas awarii	przerwa w obwodzie	
wymiary (dłxszxw)	90 mm x 54 mm x 72 mm	

**Tab. 1.** Podstawowe parametry techniczne ogranicznika



(ochrona przed szybko narastającymi impulsami – SPD kat. C2). Ograniczniki przepięć w liniach przesyłu sygnałów instalowane są dla każdej linii z osobna, stąd też nawet w niewielkim obiekcie prosumenckiej elektrowni fotowoltaicznej liczba koniecznych do zabezpieczenia urządzeń może wynosić kilkanaście sztuk.

W celu zapewnienia automatycznego nadzoru nad prawidłową pracą ograniczników można stosować system zdalnego monitorowania włączony w magistralę i tym samym na bieżąco mieć podgląd na skuteczność ochrony przepięciowej w obiekcie. W celu łatwiejszego projektowania i zarządzania systemem ochrony na obiekcie, gdzie występują różne interfejsy można zastosować uniwersalny ogranicznik przepięć z technologią actiVsense. Pokazany na **rysunku 7**, ogranicznik jest kombinowanym ogranicznikiem przepięć do ochrony sieci sygnałowych, teleinformatycznych, automatyki, który rozpoznaje automatyczne napięcie

robocze podłączonej do niego instalacji w zakresie napięć od 0 do 180 V. Dzięki tej innowacyjnej technologii, która rozpoznaje wartość napięcia roboczego sygnału i ogranicznik automatycznie dopasowuje do niego swoje właściwości ochronne. Ponieważ dopasowuje on w sposób ciągły swój napięciowy poziom ochrony do aktualnie przyłożonego napięcia pracy, nadaje się do wszystkich zastosowań, gdzie napięcie pracy może się zmieniać.

### podsumowanie

Instalując system fotowoltaiczny na dachu budynku, należy zapewnić ochronę dla instalacji i od samego początku zwracać uwagę na jakość stosowanych elementów oraz prawidłowe ich rozmieszczenie i właściwy montaż. Droga na skróty i szukanie oszczędności w systemie ochrony odgromowej i przepięciowej instalacji PV może się okazać ostatecznie bardzo kosztownym roz-

wiązaniem. Szczególnie w przypadku większych instalacji PV ważne są dodatkowe podzespoły elektroniczne i moduły komunikacyjne do sterowania oraz kontroli poprawności pracy elektrowni. Instalując system fotowoltaiczny na dachu budynku, należy zapewnić ochronę przed oddziaływaniem prądów i napięć udarowych w instalacji elektrycznej oraz obwodach stałoprądowych. Tylko takie kompleksowe potraktowanie zagadnienia ochrony odgromowej i przepięciowej może zapewnić ochronę i bezawaryjne działanie systemów fotowoltaicznych. Problem ochrony przepięciowej systemu PV dostrzegają nie tylko towarzystwa ubezpieczeniowe, ale również producenci przekształtników do systemów PV. Przy stosowaniu dla klientów korzystnych warunków wymiany przekształtnika w przypadku awarii, producent nie uwzględni uszkodzeń spowodowanych przez przepięcia, a tym samym praktycznie wymusza stosowanie ochrony

przepięciowej w obwodach DC oraz AC przekształtnika.

Więcej informacji na temat oferty firmy DEHN dotyczącej ograniczników przepięć do ochrony instalacji PV można znaleźć na stronach [www.dehn.pl](http://www.dehn.pl).

literatura do artykułu na **elektroinfo.pl**

reklama



**DEHN Polska Sp. z o.o.**  
02-675 Warszawa  
ul. Wołoska 16  
tel. 22 299 60 40 do 41  
[dehn@dehn.pl](mailto:dehn@dehn.pl)  
[www.dehn.pl](http://www.dehn.pl)

reklama