

# Ochrona inteligentnych sieci energetycznych i komputerowych

Markus Wiersch, Tobias Kerchensteiner

**Nowe zagadnienia, takie jak Smart Grid, Smart Metering lub Smart Home wymagają innowacyjnych koncepcji w zakresie zabezpieczeń. Dodatkowo, zwiększone zapotrzebowanie na niezawodny, zsynchronizowany, ogólny system ochrony odgromowej i przebieciowej wynika ze wzrastającego stopnia wykorzystywania peryferyjnych, odnawialnych źródeł energii, w połączeniu z energią pochodzącą z głównych elektrowni oraz zwiększonego udziału inteligentnych technologii. Firma Dehn oferuje rozwiązania przygotowane specjalnie pod kątem tego rodzaju struktur.**

Przejście na energię ze źródeł odnawialnych (tzw. transformacja energetyczna) wymaga utrzymania w równowadze trzech ważnych aspektów polityki energetycznej: ochrony środowiska, efektywności oraz zapewnienia ciągłości dostaw. W momencie wystąpienia przerw w dostawach energii, bardzo szybko powstają szkody ekonomiczno-społeczne o dużej skali. Rozwój systemów energetycznych prowadzi do zwiększania się wymagań w stosunku do technologii. Dotyczy to nie tylko samego obszaru wytwarzania energii i sieci przesyłowych, lecz również struktur sieci dystrybucyjnej, w których realizuje się 90% zagadnień transformacji energetycznej. Za sprawą wzrastającego udziału zasilania sieci niskiego i średniego napięcia z peryferyjnych instalacji wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych, utrzymanie stabilności napięcia staje się dużym wyzwaniem dla operatorów sieci i zakładów miejskich. Wymagane są np. regularne interwencje mające na celu utrzymanie wartości napięcia. Dotychczasowa regulacja dokonywana przez elektrownie centralne musi zostać przerzucona na poziom sieci lokalnych. W tym kontekście szczególnego znaczenia nabiera również ochrona odgromowa i przeciwprzebieciowa, która dodatkowo wspiera dostępność systemów energetycznych, a także ogranicza powstawanie szkód i przerw w dostawach.

## Koncepcja ochrony

Aby móc skutecznie chronić przed powstawaniem szkód systemy zastosowane w rozbudowanych nowoczesnych sieciach, takie jak inteligentne lokalne stacje sieci, technikę z zakresu monitoringu i zdalnego sterowania, regulowane transformatory sieci lokalnych lub regulatory przepięć podłużnych, konieczna jest wyczerpująca ocena ryzyka lokalnego potencjału zagrożeń (zarówno dla techniki energetycznej, jak również dla techniki informatycznej

i komunikacyjnej). Szczególne wyzwania stoją nie tylko przed ochroną odgromową i przebieciową zainstalowanych komponentów elektronicznych, ale także przed często niedostateczną łatwością serwisowania, idącą w parze z kompaktową budową systemów.

## Źródła szkód i normy ochrony

Źródła szkód przebieciowych mogą być bardzo różnorodne. W odniesieniu do szkód spowodowanych wyładowaniem atmosferycznym, można je podzielić w zależ-



Rys. 1. Rozwój inteligentnych sieci (Smart Grids) i zwiększanie się udziału rozproszonych, odnawialnych źródeł energii wymagają weryfikacji podejścia do zagadnień ochrony odgromowej i przebieciowej

ności od miejsca uderzenia pioruna (rys. 2), zgodnie z normą DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2), na cztery grupy:

- bezpośrednie uderzenie pioruna w obiekt budowlany,
- uderzenie pioruna w pobliżu obiektu budowlanego,
- bezpośrednie uderzenie pioruna w przewód zasilający wchodzący do obiektu budowlanego,
- uderzenie pioruna w pobliżu przewodu zasilającego wchodzącego do obiektu budowlanego.

Obecnie uznaje się na świecie zasadę, że promień strefy zagrożenia wokół miejsca uderzenia pioruna wynosi więcej niż dwa kilometry, na co ma wpływ bardzo duże rozwinięcie sieci energetycznych i komputerowych. Ponadto należy wymienić tu także przepięcia łączeniowe, przepięcia ziemnozwarciowe oraz zwarcia, jak również przepięcia wywołane wzbudzeniem zabezpieczeń (SEMP = ang. *Switching ElectroMagnetic Pulse*).

Aby zminimalizować szkody powstałe wskutek wyładowań atmosferycznych, można sięgnąć po rozwiązania przedstawione w normach dotyczących ochrony:

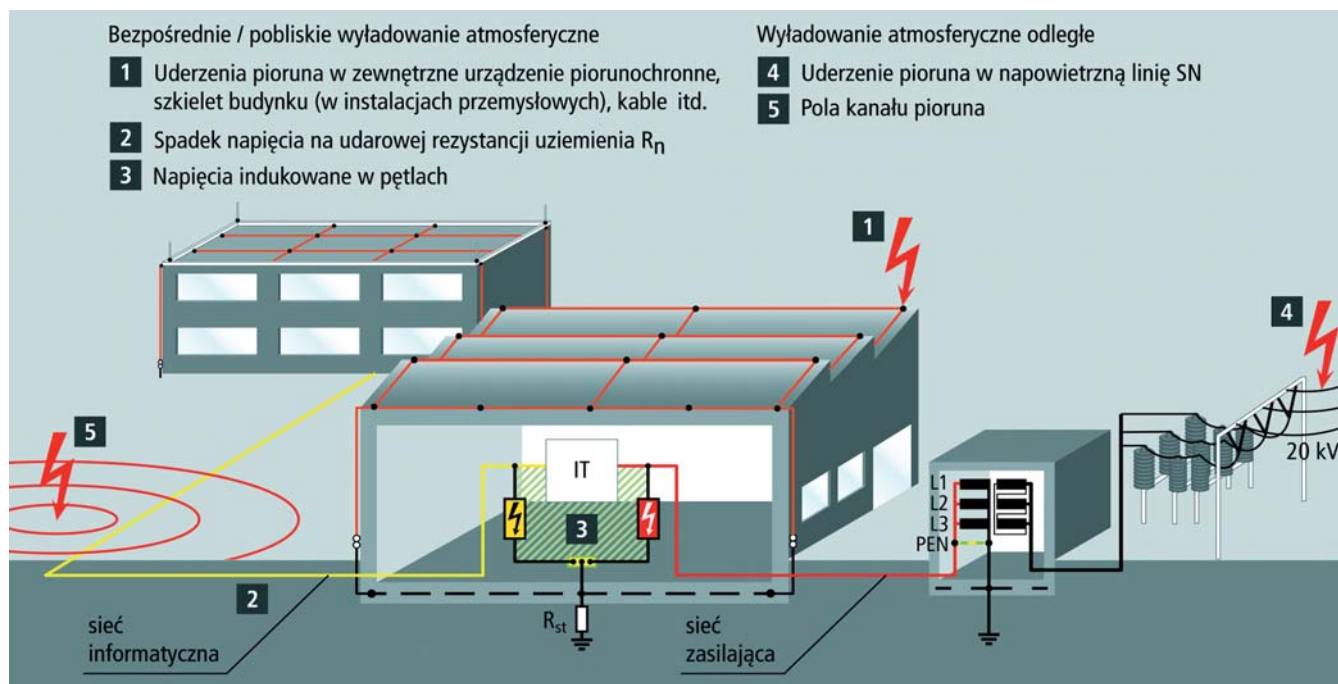
- szkody materialne i zagrożenie dla zdrowia i życia w przypadku bezpośredniego uderzenia pioruna w obiekt budowlany mogą być zminimalizowane za pomocą klasycznego urządzenia piorunochronnego (LPS = *Lightning Protection System*), zgodnie z normą DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3);
- należy zapewnić ochronę obiektu budowlanego posiadającego systemy elektryczne i elektroniczne przed zakłóceniami odprzewodowymi i indukowanymi, szczególnie w przypadku, kiedy stawiane są wysokie wymagania odnośnie funkcjonowania i bezpieczeństwa zasilania tych systemów. Zakłócenia wymienione powyżej są efektem występowania elektromagnetycznego impulsu piorunowego (LEMP = *Lightning ElectroMagnetic Pulse*), powstającego przy pośrednich i bezpośrednich uderzeniach pioruna. Wymóg ochrony można spełnić za pomocą systemu ochrony przed LEMP, zgodnie z normą DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4).

### Możliwe rozwiązania i kryteria doboru ograniczników

Na całkowite ryzyko wystąpienia szkody wywołanej uderzeniem pioruna według normy DIN EN 62305-2 wpływ ma częstotliwość wyładowań atmosferycznych, prawdopodobieństwo wystąpienia szkody oraz współczynnik straty. Jeżeli ocenia się technologie stosowane w inteligentnej energetyce według powyższych kryteriów w połączeniu z posiadanymi doświadczeniami wynikającymi z praktyki, można dojść do różnych indywidualnych wyników, zależnie od lokalnej częstotliwości występowania burz, rodzaju budowy obiektów i miejsca ich posadowienia.

#### Sprzężenie galwaniczne

Jeżeli bierze się pod uwagę sprzężenie galwaniczne do napowietrznej sieci średniego napięcia 20 kV lub do odchodzących przewodów niskiego napięcia wskutek bezpośredniego uderzenia pioruna, konieczne jest zainstalowanie urządzenia ochronnego w głównej rozdzielni niskiego napięcia. Należy dobrać takie urządzenie, które będzie spełniało warunki wytrzymałości na prąd piorunowy, wytrzymałości zwarciowej, wygaszania prądów zwarciowych i przepięć dorywczych (charakterystyka TOV). W takich przypadkach dobrze sprawdza się zastosowanie kombinowanego ogranicznika typu 1 na bazie iskiernika z wbudowanym bezpiecz-



Rys. 2. Przyczyny przebiegów po wyładowaniu atmosferycznym w sieć zasilającą

91

nikiem (technologia CI – *Circuit Interruption Fuse Integrated*). Ogranicznik tego rodzaju nie tylko pozwala znacznie zaoszczędzić miejsce potrzebne do montażu oraz skrócić czas prac montażowych w stosunku do urządzeń z oddzielnym zabezpieczeniem nadprądowym, ale także zintegrowane zabezpieczenie jest dopasowane do zdolności odprowadzania iskiernika. Dzięki temu uzyskuje się maksymalną wydajność urządzenia oraz można zapobiec błędowi instalacyjnym.

### Systemy wtórne

W przypadku systemów wtórnych należy liczyć się – zgodnie z oceną ryzyka dokonywaną na podstawie normy EN 62305-2 – z oddziaływaniami pośrednimi wyładowań atmosferycznych, takimi jak sprzężenia indukcyjne i pojemnościowe, odprzewodowe resztkowe prądy pioruna lub SEMP. Tutaj dopuszczalne będzie zastosowanie ograniczników przepięć typu 2 (podrozdzielnia) i typu 3 (ochrona urządzenia końcowego). Ograniczniki typu 2 występują na rynku także w wersji z opisaną powyżej kompaktową technologią CI – do zastosowań przy ograniczonym miejscu montażu.

### Prewencyjna koncepcja serwisów

W celu zrealizowania prewencyjnej koncepcji serwisowej można wziąć pod uwagę zastosowanie ogranicznika przepięć typu 3 ze zintegrowaną funkcją *Life-Time-Indication*. Dzięki tej funkcji możliwe jest wykrycie zbliżających się uszkodzeń, zaś

użytkownik otrzymuje we właściwym czasie ostrzeżenie o awarii ogranicznika przepięć. Przez to jest także możliwe włączenie ogranicznika do systemu *Condition-Monitoring*. Ponadto taka wersja aparatu posiada zwiększoną zdolność odprowadzania w stosunku do tradycyjnych ograniczników typu 2, co także zwiększa działanie ochronne.

### Przewodowe interfejsy sygnałowe

W przypadku przewodowych interfejsów sygnałowych istnieje kolejna ścieżka sprzężenia, która także powinna podlegać ochronie. Jako źródło zagrożenia dla danego systemu przewodów można tu rozpatrywać bezpośrednie uderzenie pioruna, ale także pobliskie wyładowanie atmosferyczne obok takiego systemu. Należałoby przeprowadzić analizę ryzyka w celu zapewnienia odpowiedniej ochrony komponentów systemu. Podobna procedura obowiązuje dla techniki przesyłowej z antenami zainstalowanymi na zewnątrz, w przypadku której należy oczekiwać przepięć powstających wskutek oddziaływania pola kanału pioruna.

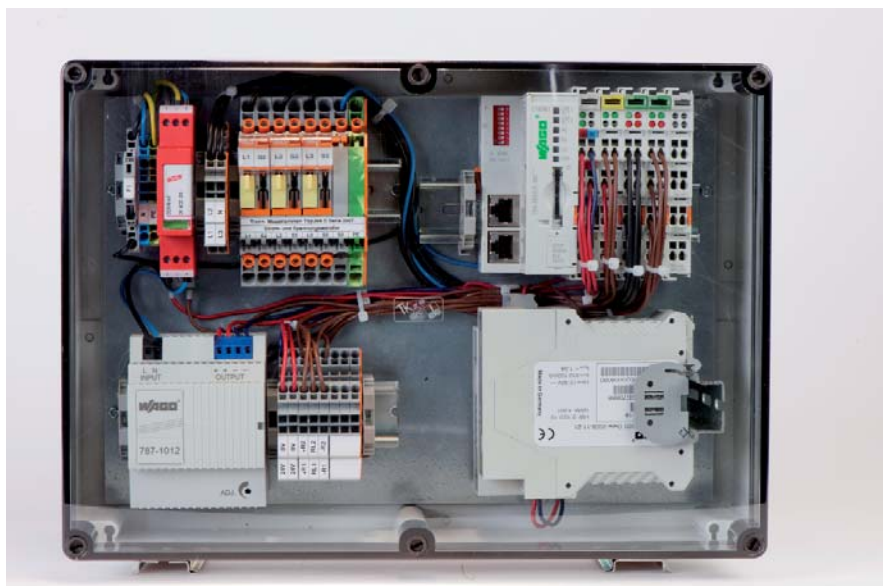
### Wdrożenie

Praktycznym przykładem instalacji w inteligentnych stacjach sieci lokalnej, z uwzględnieniem możliwego potencjalnego zagrożenia, jest kompleksowy system techniki pomiarowej, regulacyjnej, sterowania i zdalnego sterowania zamontowany w jednej obudowie (rys. 3). Do takiej apli-

kacji należą między innymi analiza sieci, integracja liczników elektronicznych, wskaźnik przepływu prądu zwarciowego oraz urządzenia komunikacyjne. W celu zagwarantowania koniecznej bezawaryjności pracy instalacji system znajdujący się we wspólnej obudowie musi być chroniony przed przepięciami za pomocą odpowiednich ograniczników.

Ochronę taką zapewniają ograniczniki przepięć typu 2 firmy Dehn do zastosowań w systemach energetycznych oraz ograniczniki stworzone specjalnie do zastosowań w aplikacjach bezprzewodowych do interfejsów urządzeń i anten w koncentrycznej technice przyłączeniowej (z przyłączem MSA, BNC lub N), do podłączenia przelotowego. Ponieważ z racji wymienionych wcześniej ograniczeń i lokalizacji systemów wtórnych, bezpośrednio w inteligentnych stacjach sieci lokalnej należy spodziewać się jedynie przepięć indukowanych – do ochrony wystarczą w takich przypadkach ograniczniki przepięć typu 2 i 3. W konkretnych aplikacjach ochrona systemów wtórnych zlokalizowanych w inteligentnych stacjach sieci za pomocą wymienionych wcześniej środków ochrony przepięciowej jest uzupełniona o bezpośrednie uziemienie punktu gwiazdowego transformatora. To wyraźnie odróżnia miejsce instalacyjne „stacja sieciowa” od pozostałych instalacji w budynku. Ewentualne impulsy zakłócenia mogą łatwo odpyływać po stronie niskiego napięcia systemu poprzez uziemiony gwiazdowy punkt transformatora. Kompleksowe systemy,





Rys. 3. Ochrona przepięciowa firmy Dehn dla techniki energetycznej, informatycznej i komunikacyjnej w systemie zdalnego sterowania Wago do monitoringu sieci energetycznych

jak opisywane powyżej, mogą być nie tylko przedmiotem rozważań teoretycznych w kontekście ochrony, lecz można je także poddać próbom praktycznym w laboratorium badawczym firmy Dehn.

### Zewnętrzne urządzenia piorunochronne

Jako uzupełnienie kwestii ochrony przepięciowej, w celu stworzenia kompleksowego systemu ochrony o integralnym zastosowaniu, należy uwzględnić także zewnętrzne urządzenia piorunochronne (zwoje, przewody odprowadzające i – przede wszystkim – uziemienie) oraz bezpieczeństwo pracy w inteligentnych stacjach sieci lokalnych. Istotną kwestią jest na przykład prawidłowe wymiarowanie instalacji uziemiających na stacjach transformatorowych pod kątem prądu obciążenia i korozji.

### Podsumowanie

Wraz z rosnącą kompleksowością i rozległością sieci energetycznych i komputerowych wzrasta prawdopodobieństwo powstawania szkód na skutek oddziaływania elektromagnetycznego na urządzenia elektroniczne. Odpowiedzialne za taki stan rzeczy jest nie tylko rozpowszechnienie użytkowania urządzeń i systemów elektronicznych, lecz także ich malejący poziom sygnału (a co za tym idzie wzrastająca wrażliwość). Zniszczenia komponentów elektronicznych nie niosą wprawdzie zazwyczaj spektakularnych następstw, lecz są bardzo często powiązane z dłuższymi prze-

stojami w pracy układów. Koszty szkód następczych i kwestii gwarancji są czasem dużo wyższe niż właściwe szkody sprzętowe. W zależności od opisanych wymagań, do dyspozycji jest wiele urządzeń ochrony odgromowej i przepięciowej, mających na celu ochronę przed wystąpieniem tego rodzaju szkód w sieciach inteligentnych. Istotne przy tym jest rozpatrywanie wszystkich systemów sprzężonych, tzn. dla techniki energetycznej jak również dla techniki informatyczno-komunikacyjnej. Dodatkowe korzyści niesie za sobą stosowanie zajmujących niedużo miejsca i wydajnych ograniczników z technologią CI i funkcjami Lifetime-Indication. Aby wypracować trwałą i dobrze funkcjonującą koncepcję ochrony przepięciowej, należy ponadto zagwarantować koordynację energetyczną wszystkich typów ograniczników, zgodnie z normą DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4).

**Markus Wiersch,**  
**Tobias Kerchensteiner**  
Autorzy są pracownikami  
firmy Dehn + Söhne



### KONTAKT

#### DEHN POLSKA Sp. z o.o.

ul. Poleczki 23  
02-822 Warszawa  
tel. (22) 299 60 40 do 41  
www.dehn.pl