

Pilotażowy system pomiaru energii elektrycznej ze zdalnym odczytem w technologii PLC

W artykule zaprezentowano pilotażowy system pomiarowy energii elektrycznej ze zdalnym odczytem w technologii PLC. Przedstawiono sposób jego skutecznego zabezpieczenia przed przepięciem, formułując odpowiednie wnioski praktyczne.

1. WSTĘP

Dyrektywa Unii Europejskiej 2003/54/WE w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej nałożyła na państwa członkowskie całkowite otwarcie rynku energii z dniem 1 lipca 2007r. Z zasady dostępu stron trzecich (TPA) do sieci przesyłowych i dystrybucyjnych mogą korzystać wszyscy odbiorcy, wraz z gospodarstwami domowymi. Do wyznaczonej daty przedsiębiorstwa energetyczne zmuszone były wydzielić operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD) odpowiedzialnych m.in. za bilansowanie energii na obszarze ich działania w okresach godzinowych. Przeprowadzane bilansowanie energii musi uwzględniać techniczne straty energii na poszczególnych poziomach sieci dystrybucyjnej oraz starty handlowe. Znajomość strat technicznych i handlowych w każdej godzinie jest warunkiem minimalizacji kosztów niezbilansowania oraz prawidłowego rozliczenia kosztów między wszystkich uczestników rynku. Ponieważ przy istniejącej bazie pomiarowej u drobnych odbiorców energii nie ma możliwości określenia jak rozłożone są straty handlowe w danym okresie nie ma więc możliwości wykonania rzetelnych bilansów godzinowych. Rozwiązaniem tych problemów jest system pomiarowy nowej generacji umożliwiający jednoczesny pomiar poboru energii u wszystkich odbiorców w danym obszarze sieci i w punkcie zasilania.

2. SYSTEMY MONITOROWANIA I ROZLICZEŃ ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Praktyczne wprowadzenie zasad konkurencyjnego rynku energii wymagać będzie wdrożenia systemów bieżącego monitorowania i rozliczeń energii elektrycznej. Oferowane nowoczesne systemy pomiarowo-rozliczeniowe na rynku polskim umożliwiają monitorowanie, sterowanie i kontrolę większości zadań, z którymi muszą się uporać spółki dystrybucyjne na otwartym rynku energii. Podstawowe funkcje, które realizują nowoczesne systemy pomiarowo-rozliczeniowe to:

- monitorowanie obciążeń w punktach pomiarowych przepływu energii,
- pomiar zużycia energii i poboru mocy czynnej i biernej,
- bilansowanie energii elektrycznej,
- przełączenie liczydeł liczników wieloczasowych energii,
- monitorowanie parametrów dostarczanej energii,
- wykrywanie nielegalnego poboru energii,
- wykonywanie charakterystyk poboru dla wybranych grup klientów,
- transmisja, archiwizowanie, wizualizacja i obróbka danych,
- analiza techniczna otrzymanych danych,
- automatyczne fakturowanie.

Zakres wprowadzonych zmian został zawarty w Projekcie Rozporządzenia Ministra Gospodarki odnośnie do szczegółowych warunków funkcjono-

wania systemu elektroenergetycznego, które dokonuje w zakresie swojej regulacji wdrożenia dyrektywy 2003/54/WE w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej. Wprowadzono (w Załączniku nr 1 dotyczącym Wymagań Technicznych) jednoznaczne wskazanie na konieczność stosowania układów pomiarowo-rozliczeniowych, które umożliwiają rejestrowanie i przechowywanie w pamięci pomiarów mocy czynnej jak również transmisję danych pomiarowych praktycznie we wszystkich grupach przyłączeniowych.

W Dyrektywach Unii Europejskiej zwrócono również uwagę na bezpieczeństwo i konieczność zapewnienia ciągłości pracy systemów rozliczeniowo-pomiarowych. Niezawodność nowoczesnych systemów rozliczeniowo-pomiarowych jest uzależniona od bezpieczeństwa i niezawodności poszczególnych elementów tego systemu. Aby uzyskać ciągłość pracy i uniezależnienie działania układów i systemów pomiarowo-rozliczeniowych od pojawiających się zakłóceń, istnieje konieczność wprowadzenia odpowiednich systemów zabezpieczających. Na to zagadnienie zwrócono uwagę w Dyrektywie 2004/22/WE, w sprawie przyrządów pomiarowych, która została wprowadzona Rozporządzeniem Ministra Gospodarki w sprawie zasadniczych wymagań dotyczących przyrządów pomiarowych w Dzienniku Ustaw nr 3, 2007 r., poz. 27. W Rozporządzeniu tym zamieszczono zasadnicze wymagania odnośnie do liczników energii elektrycznej czynnej wskazując, że „Licznik powinien być zabezpieczony przed zmianą charakterystyk metrologicznych z powodu wystąpienia wyładowań atmosferycznych, jeżeli istnieje ryzyko ich wystąpienia lub gdy przeważające są napowietrzne linie zasilające”. Takie zapisy wskazują na konieczność tworzenia bezpiecznego środowiska dla licznika energii elektrycznej czynnej w miejscu jego instalacji.

3. OCHRONA PRZED PRZEPIĘCIEM

Podejmując się tematu ochrony przed przepięciami nowoczesnego systemu pomiarowo-rozliczeniowego należało odpowiedzieć na kilka pytań. Odpowiedzi na te pytania pozwolą na opracowanie kompleksowego systemu ochrony zapewniającego możliwość bezawaryjnej i ciągłej pracy poszczególnych urządzeń w systemie, a w konsekwencji zwiększenie niezawodności działania całego systemu.

Poniżej opisano sposób wprowadzenia systemu ochrony na pilotażowym systemie pomiarowym z transmisją PLC w Koncernie Energetycznym Tau-ron – Środa Śląska.

Prace rozpoczęto od zdefiniowania zagrożeń dla poszczególnych urządzeń w systemie. Ponieważ elementy składowe systemu pomiarowego (liczniki, koncentrator, system przesyłu informacji GSM, Radio) znajdują się w różnych obszarach sieci elektroenergetycznej, różna też była ocena zagrożenia dla tych urządzeń. Zdefiniowanie zagrożenia warunkowało sposób i rodzaj zastosowanych urządzeń ochronnych. Podczas doboru urządzeń oparto się na Strefowej Koncepcji Ochrony zapisanej w normie PN-EN 62305-4 „Ochrona odgromowa”. W obszarze testowym wydzielono dwa podobszary do testowania możliwości systemu pomiarowego. Pierwszy obszar, to obszar otwarty w terenie wiejskim składający się w większości z niez izolowanych linii napowietrznych nn i napowietrznych linii SN dochodzących do stacji transformatorowej. Drugi, to obszar miejski ze stacją transformatorową zasilaną linią kablową SN oraz kablowymi liniami zasilającymi obiekty wielorodzinne wyposażone w instalację odgromową. Podczas porównania tych podobszarów stwierdzono, że z większymi zagrożeniami możemy się liczyć w obszarze wiejskim i to zarówno z działaniem napięć i prądów udarowych pojawiających się po stronie niskiego napięcia, jak również pośrednio z udarami występującymi w liniach średniego napięcia. Zdecydowanie obszary wiejskie, z napowietrznymi liniami zasilającymi, charakteryzują się rejestrowaną większą ilością przepięć o większych amplitudach. Oczywiście największym zagrożeniem dla systemu pomiarowego jest bezpośrednie wyładowanie atmosferyczne, w linie zasilające lub w obiekt budowlany, np. instalacje odgromową budynku wielorodzinnego. W analizie nie można również pominąć przepięć atmosferycznych indukowanych w liniach elektroenergetycznych, które pojawiają się częściej niż bezpośrednie wyładowania. Niosą one ze sobą mniejsze energie, więc stwarzają mniejsze zagrożenia. Dla pełnej analizy uwzględniono również przepięcia wewnętrzne w sieciach elektroenergetycznych, czyli stany nieustalone powstające podczas pracy, oraz podczas zmian układu połączeń w sieci elektroenergetycznej.

Po zdefiniowaniu zagrożeń i określeniu lokalizacji poszczególnych elementów systemu zakreślono, zgodnie ze „Strefową Koncepcją Ochrony”, strefy zagrożenia obejmujące poszczególne urządzenia w systemie. Najważniejszy element systemu, jakim jest koncentrator zbierający wszystkie dane pomiarowe z poszczególnych podsystemów zlokalizowany jest zawsze na granicy strefy LPZ 0_A i strefy LPZ1. Wpięty jest on w układ szynowy rozdzielni głównej stacji transformatorowej po stronie niskiego napięcia, lub bezpośrednio na odcinku napowietrznej linii elektroenergetycznej (Rys. 1).



Rys 1. Przykładowa lokalizacja koncentratora na słupie linii elektroenergetycznej niskiego napięcia

Granica stref LPZ 0_A i LPZ1 charakteryzuje się dużymi wartościami amplitud napięć i prądów udarowych oraz nietłumionym lub słabo tłumionym polem elektromagnetycznym. Kolejnym zadaniem było więc doprowadzenie do zasadniczej zmiany warunków elektromagnetycznych na granicy tych stref. Było to związane z ograniczeniem wartości szczytowych przepięć występujących w instalacjach niskonapięciowych oraz impulsów pola elektromagnetycznego do wartości dopuszczalnych w strefie 1.

Dla urządzeń ochrony przepięciowej (SPD) stosowanych do połączeń na granicy między strefami LPZ 0_A i LPZ 1 należy przyjmować wartości prądów piorunowych od 200 kA do 100 kA, w zależności od przyjętego poziomu ochrony obiektu, z uwzględnieniem podziału prądu na wiele przewodów w zależności od rodzaju układu zasilania.

Urządzenia ochrony przepięciowej (SPD) muszą wytrzymywać częściowe wyładowanie piorunowe i powinny spełniać dodatkowe wymagania dotyczące maksymalnych wartości napięć na zaciskach podczas występowania przepięć i zdolności gaszenia prądu następczego z instalacji zasilającej [1].

Wysokie techniczne wymagania stawiane ogranicznikom, zwłaszcza na granicy strefy LPZ 0_A i LPZ 1, mogą być spełnione przy wykorzystaniu iskierników

w technologii Radax Flow (DEHNventil, DEHNbloc Maxi, DEHNbloc Maxi S, DEHNbloc H, DEHNbloc NH H) (rys. 2).



Rys. 2. Ogranicznik wykonany w technologii Radax Flow - DEHNventil M

Ograniczniki wykonane w tej technologii – oprócz podstawowej funkcji wyrównania potencjałów w instalacjach elektrycznych i zapewnieniu niskiego napięciowego poziomu ochrony – skutecznie gaszą prądy następcze o amplitudach do $50 \text{ kA}_{\text{eff}}$.

Do ochrony koncentratorów wybrano ogranicznik DEHNventil, który jest iskiernikowym ograniczni-

kiem hybrydowym umożliwiającym ochronę koncentratora przed wszelkiego rodzaju przepięciami oraz przed oddziaływaniem bezpośrednim prądem piorunowym, zapewniając poziom ochrony zgodny z założeniami strefy LPZ 2, ($U_p < 1,5 \text{ kV}$). Obniżenie napięcia poziomu ochrony do $1,5 \text{ kV}$ stwarza zapas bezpieczeństwa $0,5 \text{ kV}$ w stosunku do odporności udarowej portu przyłączeniowego koncentratora.

Koncentrator jako „serce układu” zbiera i magazynuje wszystkie dane pomiarowe z każdego z liczników energii zainstalowanych na obszarze sieci. W celu synchronizacji czasu odczytów, do koncentratora przyłączona została antena zegara satelitarnego. Antena ta została zainstalowana wewnątrz stacji transformatorowej. Zagrożenia dla toru antenowego stwarzają udary indukowane w przewodzie antenowym. Aby zapobiec ewentualnym zagrożeniom, od strony toru antenowego zegara satelitarnego, przy wejściu do koncentratora instalacji antenowej zamontowano ogranicznik DEHNgate G N, zwiększając bezpieczeństwo pracy koncentratora (rys. 3).



Rys. 3. Ogranicznik DEHNgate dla torów antenowych

Dodatkowym problemem, w zakresie ochrony przed przepięciami, okazała się antena radiowa służąca do komunikacji z dodatkowym koncentratorem zainstalowanym na końcu linii zasilającej odbiorców energii. Antena ta została zainstalowana na maszcie antenowym, który wyprowadzono ponad powierzchnię dachu stacji transformatorowej. Zgodnie z Koncepcją Strefową Ochrony, przyjęto, że dla masztu wraz z anteną stwarza się strefę ochroną LPZ 0_B zapewniając, że prąd piorunowy nie będzie przepływał przez żaden element systemu antenowego radia. Przy maszcie antenowym zbudowano izolowane zewnętrzne urządzenie piorunochronne zgodnie z PN-EN 62305-3 „Ochrona odgromowa”. Do realizacji zamierzenia wykorzystano izolowane drążki oraz iglicę odgromową tworzącą strefę ochroną dla masztu antenowego. Na kablu koncentrycznym biegnącym od anteny do koncentratora, przechodzącym pomiędzy strefą LPZ 0_B i strefą LPZ 1 zainstalowano również ogranicznik do torów antenowych DEGN gate G N, zwiększając bezpieczeństwo tego toru transmisji (Rys. 4).

W celu ochrony, przed przepięciami elementów nowoczesnego systemu pomiarowego po stronie klienta Koncernu Energetycznego, czyli licznika energii elektrycznej z modułem komunikacyjnym, zastosowano najnowsze rozwiązanie ogranicznika w technologii Radax Flow, DEHNbloc NH H. Ogranicznik został wykonany w formie przypominającej bezpiecznik mocy. Takie rozwiązanie umożliwia wprowadzenie ogranicznika w złącze kablowym po niewielkiej modyfikacji połączeń wewnętrznych złącza. Tego typu lokalizacja zapewnia ochronę całej instalacji elektrycznej w obiekcie i wszystkich urządzeniach systemu pomiarowego. Ograniczniki zostały –



Rys. 4. Stacja transformatorowa – ochrona odgromowa systemu antenowego

zainstalowane przed układami pomiarowymi, co zapewnia bezpieczną pracę nawet w przypadku wystąpienia bezpośredniego wyładowania w obiekt. Wszystkie ograniczniki, wykonane w unikatowej technologii Radax Flow spełniają wymogi dotyczące stosowania ograniczników przed układem kontrolno-pomiarowym będącym własności Zakładów Energetycznych. W energetyce niemieckiej działa dokument „TAB 2000 – Techniczne warunki przyłączenia do sieci niskiego napięcia” określający szczegółowe wymagania operatora donośnie do sposobu montażu oraz rodzaju zastosowanych ograniczników przed układem pomiarowym. Dokument ten współdziała z normami dotyczącymi ochrony odgromowej obiektów budowlanych DIN V VDE V0185-1 do 4 oraz normą IEC 62305.[2]

Podstawowe założenia dla ogranicznika, instalowanego w miejscu przed układem pomiarowym, to:

- dopuszcza się zastosowanie ograniczników tylko typu 1,
- dopuszczone jest tylko zastosowanie ograniczników iskiernikowych,
- ograniczniki muszą spełniać wymagania normy EN 61643-11 (PN-EN 61643-11) (potwierdzają to certyfikaty np. VDE, KEMA),
- ograniczniki muszą być badane prądem piorunowym 10/350 μ s,
- zdolność odprowadzania prądów udarowych 100 kA (10/350 μ s) w LPZ 1 poziomie ochrony, niezależnie od układu połączeń, bez analizy rozprywu prądów w układzie,
- ograniczniki bez prądu upływu,
- wymagana wytrzymałość zwarciova 25 kA (bez zabezpieczenia).

W objaśnieniach podano następującą uwagę:

Najnowsze ograniczniki typu 1 potrafią same ograniczać następcze prądy zwarciove w instalacji. Może to zapewniać selektywną współpracę ograniczników z bezpiecznikami w przyłączy lub rozdzielnicy głównej, nawet dla małych wartości znamionowych bezpieczników.

4. UWAGI I WNIOSKI

Wdrażanie systemów bieżącego monitorowania i rozliczeń energii elektrycznej wymaga, zgodnie z Zaleceniami Unii Europejskiej, zapewnienia odpowiedniej niezawodności pracy tych systemów. Jednym z problemów jest ochrona przed przepięciami.

Koncerny Energetyczne nie stosują obecnie powszechnie zabezpieczeń układów rozliczeniowo-pomiarowych w taryfach obejmujących pomiary bezpośrednie i półpośrednie przed przepięciami. Problem zapewnienia jednak poprawnego funkcjonowania układów pomiarowych może zacząć być istotny wraz ze wzrostem liczby zainstalowanych, nowoczesnych elektronicznych liczników energii, nierzadko wyposażonych w elektroniczne moduły komunikacyjne. Na problematykę ochrony liczników energii zwraca również uwagę dyrektywa Unii Europejskiej dotycząca przyrządów pomiarowych [3]. W załączniku dotyczącym liczników energii elektrycznej zapisano bowiem:

„Gdy istnieje dające się przewidzieć ryzyko, spowodowane wyładowaniami atmosferycznymi lub gdy dominujące są napowietrzne linie zasilające, liczniki powinny być zabezpieczone przed zmianą jego charakterystyk metrologicznych”.

Literatura

1. Polska Norma PN-EN 62305-4; „Ochrona odgromowa”.
2. *Wincencik K.*: Ochrona przed przepięciami w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia na wejściu do obiektu. Przykłady zastosowania ograniczników przepięć firmy DEHN jako spełnienie wymogów dyrektywy VDN i VdS. Maj 2006.
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego Rady 2004/22/WE z dnia 31 marca 2004 w sprawie przyrządów pomiarowych (www.gum.gov.pl).

Recenzent: prof. dr hab. Bogdan Miedziński

PILOT SYSTEM FOR MEASURING ELECTRICAL ENERGY WITH REMOTE PLC READOUT

The article presents a pilot system for measuring electrical energy with remote PLC readout. The method to protect the system against excess voltage was presented and suitable practical conclusions were formulated.

ПИЛОТАЖНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ДИСТАНЦИОННЫМ РАПОРТОМ В ТЕХНОЛОГИИ PLC

В статье представлена пилотажная измерительная система электроэнергии с дистанционным рапортом в технология PLC. Представлен способ ее эффективного предохранения перед перенапряжением и формулировка соответствующих практических выводов.