



Izabela KOMOROWSKA, Piotr PAPLIŃSKI, Jacek WAŃKOWICZ

Instytut Energetyki, Warszawa

## Rola licznika zadziałań w diagnostyce „on line” ograniczników przepięć

**Streszczenie.** Rozwój technik pomiarowych umożliwił wprowadzenie do konstrukcji nowoczesnych liczników zadziałań, wielu nowych rozwiązań technicznych. Te liczniki mogą obecnie zarówno zliczyć impulsy prądowe jak i umożliwić bezpośredni odczyt wartości prądu czy przedstawiać wyniki analiz przebiegów prądowych. W referacie przedstawiono w analitycznej formie informację o obecnie eksploatowanych licznikach zadziałań oraz wymagania, które powinien spełniać licznik optymalny z punktu widzenia potrzeb eksploatacyjnych.

**Abstract. (The role of surge counter in on-line diagnostics of surge arresters).** A great deal of new technical solutions can be introduced to modern construction of counters because of a recent development of measuring techniques. These counters can not only count current impulses now but also can provide its user with value of current amplitude and results of the current wave analysis. Parameter of counters applied to surge arresters existing in power network and assumed parameters of an optimal counter for power network are presented and discussed in the paper.

**Słowa kluczowe:** ogranicznik przepięć, licznik zadziałań, pomiarowy licznik zadziałań, analizator prądu upływu.

**Keywords:** surge arrester, surge counter, operation counter, leakage current analyzer.

### Wstęp

Licznik zadziałań jest stosowany w energetyce do współpracy z ogranicznikiem przepięć w warunkach eksploatacyjnych. Dynamiczny rozwój energoelektroniki i metrologii umożliwił wprowadzenie do eksploatacji szeregu rozwiązań liczników zadziałań, łączących ze sobą ich dotychczasową cechę - zliczanie impulsów prądów (zadziałań ogranicznika) z jednoczesną możliwością odczytu prądu przepływającego przez ogranicznik w czasie jego eksploatacji.

Odrębną grupę liczników zadziałań stanowią liczniki wyposażone w przetworniki pomiarowe, z których sygnał jest wyprowadzany za pomocą złącza galwanicznie połączonego z analizatorem prądu upływu.

Najnowszą grupę liczników zadziałań stanowią liczniki pomiarowe, z których sygnał z przetwornika pomiarowego wyprowadzony jest do sensora odczytu łączem teletransmisyjnym.

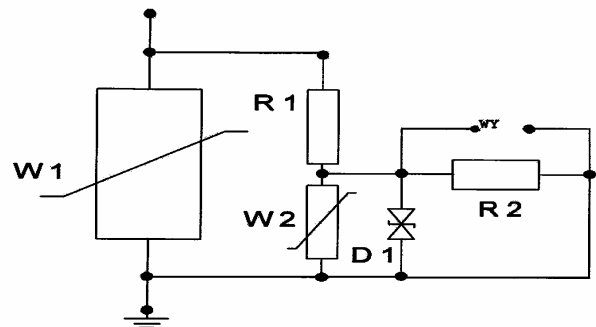
W niniejszym referacie omówiono będące aktualnie w eksploatacji liczniki zadziałań, ich cechy charakterystyczne a przede wszystkim wybór wariantu optymalnego uwzględniającego jego parametry metrologiczne, niezawodność działania, zasadność stosowania, czytelność instrukcji obsługi oraz rachunek ekonomiczny.

### Przetworniki stosowane w licznikach zadziałań

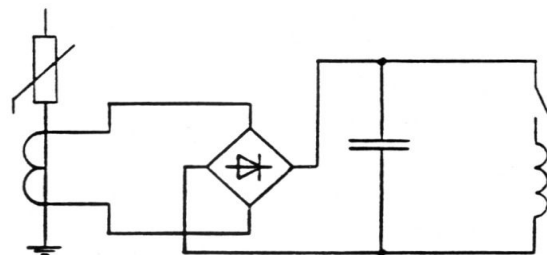
W każdym z liczników zadziałań stosowane jest jedno z dwóch rozwiązań przetworników:

- **warystorowy**, najbardziej popularny przetwornik stosowany w większości liczników zadziałań produkcji krajowej typu GLK [1], GLKA [2] i GLX [3],
- **ferroelektryczny**, przetwornik stosowany w zagranicznych licznikach zadziałań typu TXB i TXC [4], 3EX5 030 i 3EX5 050 [5], SC12 i SC13 [6] EXCOUNT-A [7] i EXCOUNT-II [8].

Z uwagi na fakt, że każdy z liczników zadziałań posiada rozwiązania techniczne przetwornika i układu zliczającego impulsy prądu zadziałania ogranicznika objęte zastrzeżeniami, rysunki tych przetworników podano w sposób uproszczony. Na rysunku 1 przedstawiono schemat przetwornika warystorowego, natomiast na rysunku 2 przetwornika ferroelektrycznego.



Rys.1. Schemat przetwornika warystorowego



Rys.2. Schemat przetwornika ferroelektrycznego

### Liczniki zadziałań w wersji podstawowej

W skład tej grupy wchodzi liczniki zadziałań wyposażone w przetwornik (warystorowy lub ferroelektryczny) oraz układ umożliwiający zliczanie impulsów prądu przepływających przez ogranicznik za pomocą liczydła umieszczonego wewnątrz licznika zadziałań. Liczniki te występują najczęściej w eksploatacji, ponieważ nawet aktualnie obowiązująca ramowa instrukcja eksploatacji stacji elektroenergetycznych wysokich napięć opracowana przez PTP i REE [9], jako jedno z kryterium oceny stanu ogranicznika przyjmuje przede wszystkim liczbę zadziałań ogranicznika odnotowaną na liczydło licznika a nie wartość prądu płynącego przez ogranicznik.

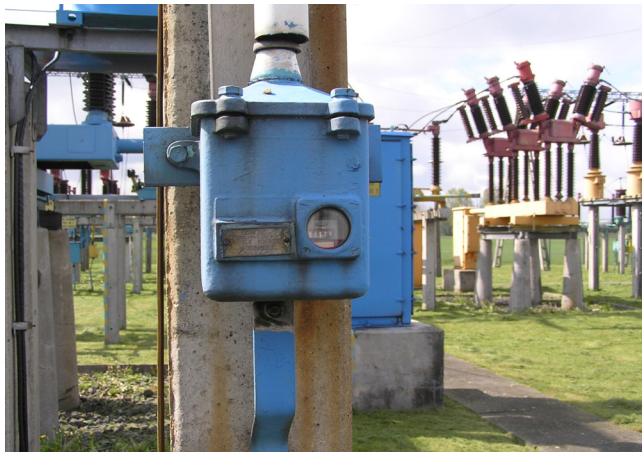
Na rysunku 3 przedstawiono widok licznika, zadziałań typu GLK (będącego w eksploatacji ponad 30 lat),

natomiast na rysunku 4 najnowszą wersję licznika zadziałań w wersji podstawowej firmy ABB EXCOUNT-A.

Liczniki te charakteryzują się:

- niską ceną,
- łatwością odczytu liczby zadziałań ogranicznika,
- prostym demontażem w przypadku jego uszkodzenia.

Przeciwko dalszemu stosowaniu tych liczników przemawia fakt braku informacji o wartości prądu przepływającego przez ogranicznik w czasie jego długotrwałej eksploatacji, będącej informacją o stanie elementów wewnętrznych ogranicznika.



Rys.3. Widok licznika GLK firmy ZWAR - Przasnysz



Rys.4. Widok licznika EXCOUNT-A firmy ABB

#### Liczniki zadziałań ze wskaźnikami prądu

Liczniki te, oprócz liczydła wyposażone są dodatkowo w miliamperomierz umożliwiający odczyt prądu płynącego przez ogranicznik w czasie jego eksploatacji. Liczniki te charakteryzują się przystępną ceną, łatwością odczytu liczby zadziałań ogranicznika oraz prostym demontażem w przypadku jego uszkodzenia. Wadą tych liczników jest to, że zakresy pomiarowe miliamperomierzy nie zawsze dostosowane są do wartości prądów charakteryzujących typ ogranicznika jak również brak jest informacji (oznaczeń na podziałce) o podwyższeniu się wartości prądu płynącego przez ogranicznik, związanej z powstaniem początkowej fazy degradacji wewnętrznych elementów ogranicznika.

Na rysunku 5 przedstawiono licznik zadziałań typu SC 13 firmy Bowthorpe EMP, natomiast na rysunku 6. licznik zadziałań typu 3EX5 050 firmy Siemens.



Rys.5. Widok licznika typu SC 13 firmy Bowthorpe EMP



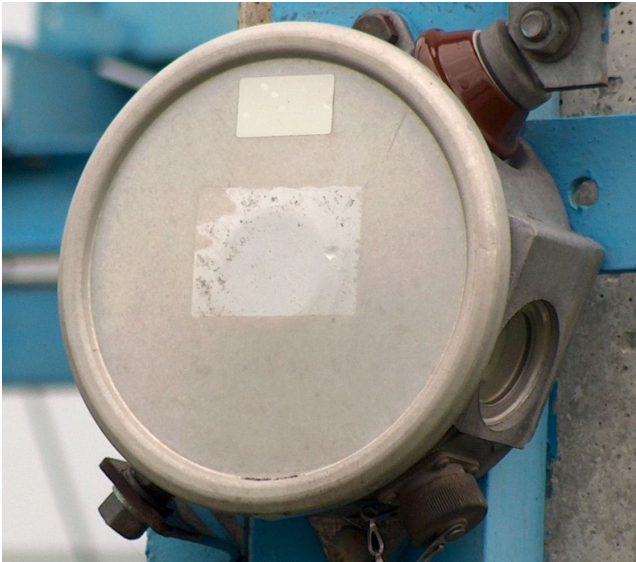
Rys.6. Widok licznika typu 3EX5 050 firmy Siemens

#### Liczniki zadziałań z układami pomiarowymi

Liczniki te, zwane licznikami pomiarowymi, znajdują się w eksploatacji od ponad 20 lat. Pierwsze liczniki pomiarowe, które pojawiły się w eksploatacji w wersji seryjnej, to liczniki typu TXB i TXC firmy ABB. W licznikach tych zainstalowano liczydła elektromagnetyczne oraz sondy pomiarowe, które podczas diagnostyki ogranicznika metodą „on line” tzn. pod napięciem sieciowym, łączy się galwanicznie za pomocą specjalistycznego okablowania z analizatorem prądu upływu typu TXL lub LCM firmy ABB. Liczniki te, charakteryzuje wysoka cena oraz trudność montażu i demontażu w przypadku ich uszkodzenia. Ponadto usytuowanie liczydła z boku licznika zadziałań w wielu przypadkach uniemożliwiało personelowi stacji odczyt liczby zadziałań ogranicznika. Reasumując należy stwierdzić, że koszt opisywanego zestawu diagnostycznego był wysoki, a jego stosowanie w eksploatacji uciążliwe. Widok takiego licznika przedstawiono na rysunku 7.

W kraju produkcję liczników pomiarowych rozpoczął w połowie lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku ZWAR - Przasnysz przy współpracy Instytutu Energetyki.

Zasadność wprowadzenia do eksploatacji liczników pomiarowych wynikała przede wszystkim z wdrożenia do produkcji i eksploatacji beziskiernikowych ograniczników przepięć typu GXA, GXAS i GXB produkcji krajowej.



Rys. 7. Widok licznika typu TXB firmy ABB

Pierwszym licznikiem pomiarowym produkcji krajowej był licznik GLKA [2], który powstał na bazie licznika GLK. Potrzeba budowy tego licznika wynikała z faktu, że dotychczas stosowane metody badań iskiernikowych ograniczników przepięć nie mogły być wykorzystywane w diagnostyce beziskiernikowych ograniczników przepięć. Z uwagi na uciążliwy sposób przeprowadzania diagnostyki beziskiernikowych ograniczników przepięć za pomocą analizatorów prądu upływu typu TXL lub LCM firmy ABB, opracowano w Instytucie Energetyki miernik prądu upływu typu MPU 01 [10] dostosowany do współpracy z licznikiem GLKA bez konieczności wyłączenia ogranicznika spod napięcia sieciowego. Dalsza współpraca, pomiędzy ZWAR - Przasnysz a Instytutem Energetyki, przyniosła powstanie w latach dziewięćdziesiątych XX wieku nowych wersji liczników pomiarowych, które oznaczono symbolem GLX. Liczniki te, dzięki swojej uniwersalności dostosowano do współpracy z istniejącym już miernikiem prądu upływu typu MPU 01 oraz analizatorem parametrów prądu upływu typu APPU 01 produkcji Instytutu Energetyki.

Budowa własnych (produkcji krajowej) rozwiązań urządzeń do diagnostyki ograniczników przepięć wynikała przede wszystkim z przeprowadzonego rachunku ekonomicznego. Koszt, bowiem zestawów składających się z trzech liczników pomiarowych typu TXB (TXC) dostosowanych do analizatora prądu upływu typu TXL lub LCM firmy ABB, wielokrotnie przewyższał koszty nawet najnowszej wersji analizatora parametrów prądu upływu typu APPU 01. Ponadto, diagnostyka beziskiernikowych ograniczników przepięć w warunkach terenowych przy zastosowaniu ww. zestawów pomiarowych produkcji ABB jest uciążliwa i wymaga często wielokrotnego załączenia i wyłączenia ogranicznika spod napięcia sieciowego w celu podpięcia specjalistycznego okablowania pomiędzy licznikiem TXB (TXC) a analizatorem prądu upływu typu TXL (LCM).

Liczniki pomiarowe typu GLX w porównaniu z licznikami TXB (TXC) są wielokrotnie tańsze i niezawodne w eksploatacji. Miejsce usytuowania liczydła umożliwia łatwość odczytu liczby zadziałań oraz przede wszystkim dostosowane są one do diagnostyki ograniczników przepięć bez konieczności wyłączenia ogranicznika spod napięcia sieciowego tzn. do badań metodą „on line”.

W roku 2002 w Instytucie Energetyki opracowano dla potrzeb energetyki instrukcję badań diagnostycznych beziskiernikowych ograniczników przepięć [11].

W instrukcji tej podano sposób diagnozowania będących w eksploatacji ograniczników przepięć produkcji krajowej tzn. GXAS, GXA, GXB oraz dodatkowo ogranicznika PEXLIM R-U, którego projekt powstał w ABB.

Na rysunku 8 przedstawiono widok pierwszego pomiarowego licznika zadziałań typu GLKA firmy ZWAR-Przasnysz, a na rysunku 9 najbardziej rozbudowaną wersję licznika pomiarowego typu GLX firmy ABB.



Rys.8. Widok licznika typu GLKA firmy ZWAR - Przasnysz

Zestawy pomiarowe składające się z liczników pomiarowych typu GLKA (GLX) i mierników prądu upływu typu MPU 01 znajdują się w eksploatacji od ponad 15 lat.

Dzięki swojej funkcjonalności (łatwość obsługi) oraz przystępnej cenie zostały wprowadzone do eksploatacji w wielu oddziałach PSE oraz w Zakładach Energetycznych.

Parametry prądu upływu płynącego przez diagnozowany ogranicznik są zapisywane w rejestrach miernika MPU 01 i po porównaniu z parametrami dopuszczalnymi dla tego typu ogranicznika podanymi w instrukcji [11] są wystarczające do określenia w sposób jednoznaczny stanu diagnozowanego ogranicznika.

Instrukcję badań diagnostycznych beziskiernikowych ograniczników przepięć wszystkich typów opracowano w PSE [12]. Instrukcja ta podaje metodę przeprowadzania tych badań, natomiast ocenę stanu ograniczników można dokonać wg opracowań Instytutu Energetyki [11] lub [13].

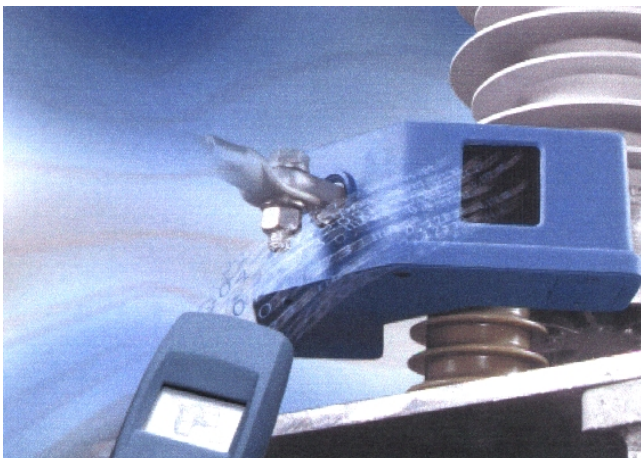


Rys.9. Widok licznika typu GLX firmy ABB

#### Licznik pomiarowy najnowszej generacji

Licznik EXCOUNT-II firmy ABB jest licznikiem pomiarowym najnowszej generacji służącym do skutecznego, niezawodnego, bezpiecznego monitoringu i rejestracji przepięć w sieciach wysokiego napięcia [8].

Licznik ten składa się z **sensora** (czujnika) montowanego na dolnym okuciu ogranicznika przepięć oraz **czytnika** (odbiornika), służącego do zdalnego odczytywania parametrów z sensora. Informacje z czytnika przesyłane są następnie do komputera w celu przeprowadzenia diagnostyki ogranicznika. Na rysunku 10 przedstawiono widok sensora i czytnika licznika EXCOUNT-II firmy ABB.



Rys.10. Widok licznika typu EXCOUNT-II firmy ABB

Liczniki te charakteryzują się:

- olbrzymią bazą informacji o stanie ogranicznika,
- dużą pojemnością czytnika.

Ograniczenie w stosowaniu w eksploatacji tych liczników wynika aktualnie z:

- wysokiego kosztu liczników i współpracujących z nimi urządzeń peryferyjnych,
- małej przejrzystości instrukcji eksploatacji [14] oraz instrukcji do diagnostyki ograniczników przepięć [15],
- braku informacji o możliwości ich stosowania do ograniczników beziskiernikowych innych firm oraz do ograniczników typu iskiernikowego.

#### Porównanie liczników - celowość ich stosowania

W końcu lat 80. wprowadzono w licznikach zadziałań analogowe mierniki prądu upływu [5] i [6]. Mierniki te, z uwagi na swoje właściwości metrologiczne nie znalazły zastosowania w diagnostyce, ponieważ ich wskazania nie mogły być podstawą do oceny stanu ogranicznika – pełniły natomiast rolę „chwytu reklamowego” zachęcając swoim wyglądem do ich zakupu. Z początkiem lat 90. rozpoczęto prace nad budową liczników pomiarowych, do których przyłączano w czasie diagnozowania ogranicznika urządzenia peryferyjne umożliwiające dokładny pomiar i analizę prądu płynącego przez ogranicznik pod napięciem sieciowym tzn. w trakcie ich eksploatacji. Oznaczało to, że dotychczas stosowany licznik zadziałań z analogowym miernikiem prądu upływu, stał się pomiarowym licznikiem zadziałań będącym istotnym elementem do oceny stanu ogranicznika w dowolnym okresie jego eksploatacji.

Sygnał uzyskiwany z licznika pomiarowego wymagał opracowania urządzenia umożliwiającego jego przetworzenie i opracowania kryterium oceny stanu ogranicznika. Urządzeniem tym stał się opracowany przez Instytut Energetyki miernik prądu upływu MPU 01 oraz w następnym etapie analizator parametrów prądu upływu APPU 01. Urządzenia te wraz z opracowaną do nich Instrukcją [11] stały się bardzo pomocnym i skutecznym narzędziem w prowadzonej, w eksploatacji diagnostyce beziskiernikowych ograniczników przepięć.

Ponadto wyniki uzyskane z badań diagnostycznych ograniczników przepięć, wykonywanych przy zastosowaniu opisanych powyżej układów pomiarowych, umożliwiły opracowanie uniwersalnej metodyki badań diagnostycznych ograniczników przepięć.

Uniwersalność tej metodyki polega na tym, że obejmuje ona swoim zakresem większość ograniczników przepięć, niezależnie od ich rodzajów i typów (beziskiernikowych i iskiernikowych), i może być stosowana do badań ograniczników przepięć bez wyłączenia ich spod napięcia sieciowego [14].

#### Podsumowanie - wybór wariantu optymalnego

W wyniku przeprowadzonej oceny będących w eksploatacji pomiarowych liczników zadziałań stwierdza się, że, najbardziej optymalnym zestawem do diagnostyki beziskiernikowych ograniczników przepięć jest zestaw składający się z pomiarowego licznika zadziałań typu GLX i miernika prądu upływu MPU 01 (APPU 01). Za wyborem tego zestawu przemawia:

- niski koszt liczników i urządzeń peryferyjnych,
- funkcjonalność (może być stosowany do różnych typów ograniczników),
- zrozumiałe instrukcje badań i oceny diagnozowanych ograniczników przepięć w warunkach eksploatacyjnych.

#### LITERATURA

- [1] Licznik zadziałań odgromnika zaworowego typ GLK. Instrukcja montażu i eksploatacji NO3/07/130/00, „ZWAR” Warszawa, Warszawa 1986
- [2] Licznik zadziałań typu GLKA. Warunki Techniczne Odbioru, „ZWAR” Warszawa, Warszawa 1988
- [3] Licznik zadziałań typu GLX. Karta katalogowa GLX/06/00, „ZWAR” S.A. Zakład Produkcyjny Z - 4, Przasnysz 1998
- [4] Liczniki zadziałań typu TXB i TXC firmy ABB. Karta katalogowa S-771 01 LUDVIKA, 1982
- [5] Liczniki zadziałań typu 3EX5 030 i 3EX5 050 firmy Siemens. Instrukcja obsługi nr 1198/RSJ, Berlin 1998
- [6] Liczniki zadziałań typu SC 12 i SC 13 firmy Bowthorpe EMP Limited. Instrukcja obsługi nr 066/1, Brighton 1994
- [7] Licznik zadziałań typu EXCOUNT-A firmy ABB. Karta katalogowa SESWG/A 2280en, LUDVIKA 1998
- [8] Licznik zadziałań typu EXCOUNT-II do ograniczników przepięć. Karta katalogowa, ABB, wydanie czerwiec 2003
- [9] Ramowa instrukcja eksploatacji stacji elektroenergetycznych wysokich, *Opracowanie PTP i REE*, Poznań 2001
- [10] Miernik prądu upływu ograniczników przepięć typu MPU 01, karta katalogowa „ZWAR” S.A., Przasnysz 1992
- [11] Instrukcja badań diagnostycznych beziskiernikowych ograniczników przepięć produkcji ABB Sp. z o.o., *Opracowanie Instytutu Energetyki*, Warszawa 2002
- [12] Instrukcja organizacji wykonawstwa prac eksploatacyjnych w stacjach najwyższych napięć. Polskie Sieci Elektroenergetyczne S. A., Warszawa 1996
- [13] Komorowska I., Papliński P., *Opracowanie zasad oceny stanu ograniczników przepięć na podstawie analizy zawartości harmonicznnych w prądzie upływu, Opracowanie Instytutu Energetyki*, Warszawa 2004
- [14] 2501pl EXCOUNT-II, *Podręcznik użytkownika*, ABB
- [15] Pomiar prądu upływu ograniczników z tlenków metali. Diagnostyka ograniczników, *opracowanie ABB*, 2004

#### Autorzy:

mgr inż. Izabela Komorowska, Instytut Energetyki, ul. Mory 8, 01-330 Warszawa, e-mail: [izabela.komorowska@ien.com.pl](mailto:izabela.komorowska@ien.com.pl)

mgr inż. Piotr Papliński, Instytut Energetyki, ul. Mory 8, 01-330 Warszawa, e-mail: [piotr.paplinski@ien.com.pl](mailto:piotr.paplinski@ien.com.pl)

dr hab. inż. Jacek Wańkowicz, Instytut Energetyki, ul. Mory 8, 01-330 Warszawa, e-mail: [jacek.wankowicz@ien.com](mailto:jacek.wankowicz@ien.com)