

**PRZEPIĘCIA ELEKTROENERGETYCZNE JAKO GŁÓWNE ŹRÓDŁO
AWARYJNOŚCI SYSTEMU OCHRONY KATODOWEJ**

POWER SURGE – MAIN SOURCE OF FAULT IN ANTICORROSION SYSTEM

Tomasz Brodnicki¹, Błażej Nowakowski²

¹Mazowiecka Spółka Gazownictwa – Warszawa, ²Atrem S.A.

Słowa kluczowe: korozja, monitoring ochrony katodowej,
Keywords: corrosion, monitoring, fault management

Streszczenie

Wraz z rozwojem elektroniki, tradycyjne źródła prądu stałego, oparte na prostownikach transformatorowych, zostają coraz częściej zastępowane urządzeniami budowanymi na bazie tyrystorowych prostowników sterowanych lub wysokosprawnych impulsowych przetwornic tranzystorowych. Naturalną kolejnością w rozwoju technologicznym tych urządzeń było wyposażenie ich we własne układy pomiarowych oraz systemy telemetrii. Systemy ochrony katodowej jako jedne z elementów ochrony przeciwkorozyjnej należą do systemów, których skuteczność działania uzależniona jest od ich ciągłości pracy.

Na podstawie doświadczeń eksploatacyjnych, przedstawiono analizę statystyczną zaistniałych zdarzeń eksploatacyjnych w podziale na źródła ich powstawania, mających wpływ na zachowanie ciągłości pracy tych systemów

Abstract

With the development of electronics traditional DC power sources, based on transformer and rectifiers, are increasingly being replaced by devices based on thyristor controlled rectifiers and switching mode adjustable power supplies. The natural order of technological development of these devices was to provide them with their own measurement and telemetry systems. These changes made it possible to significantly reduce the operating costs incurred by the Pipeline Operator while increasing the effectiveness of the cathodic protection system. Cathodic protection systems as one of the elements of corrosion protection are systems whose effectiveness depends on their continuity.

Based on operational experience statistical analysis of events was presented together with possible actions that restrict their development.

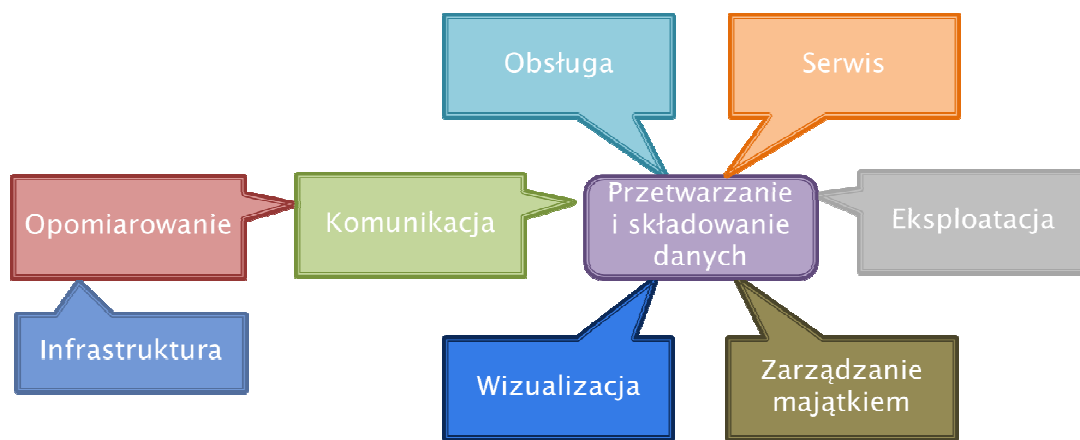
Wstęp

Jednym z podstawowych założeń wdrażania systemów monitoringu urządzeń ochrony katodowej gazociągów stalowych, oprócz względów czysto ekonomicznych, jest umożliwienie stałego nadzoru na tych systemami, których skuteczność jest uzależniona od ciągłości i niezawodności pracy. Dobór dostępnych na rynku rozwiązań technicznych oraz sposób ich wdrażania jest zależny zarówno od celów, jaki ma ten system spełniać oraz zakładanego modelu jego eksploatacji z uwzględnieniem uwarunkowań wewnętrznych Operatora Sieci Gazowej. Przy wyborze należy również wziąć pod uwagę możliwość rozbudowy istniejących systemów teleinformatycznych lub jeśli to z jakich względów nie jest możliwe, budowę od początku całej struktury teleinformatycznej dla potrzeb monitoringu systemów ochrony katodowej. Można również skorzystać z dostępnych na rynku gotowych modeli, które oferują kompleksową obsługę w tym obszarze.

Zastosowanie nowoczesnego systemu monitoringu – niezależnie od wybranego modelu działania, jako narzędzia w eksploatacji ochrony katodowej pociąga za sobą zmierzenie się ze zjawiskami i problemami, które w dotychczasowej eksploatacji nie występowały, albo były pomijalne lub niezauważalne.

Wdrożenia systemów monitoringu

Techniczna strona realizacji systemów monitoringu może i często różni się między kolejnymi wdrożeniami nawet w dość znacznym stopniu. Niemniej jednak w większości tych systemów można z powodzeniem wyodrębnić podstawowe bloki funkcjonalne.



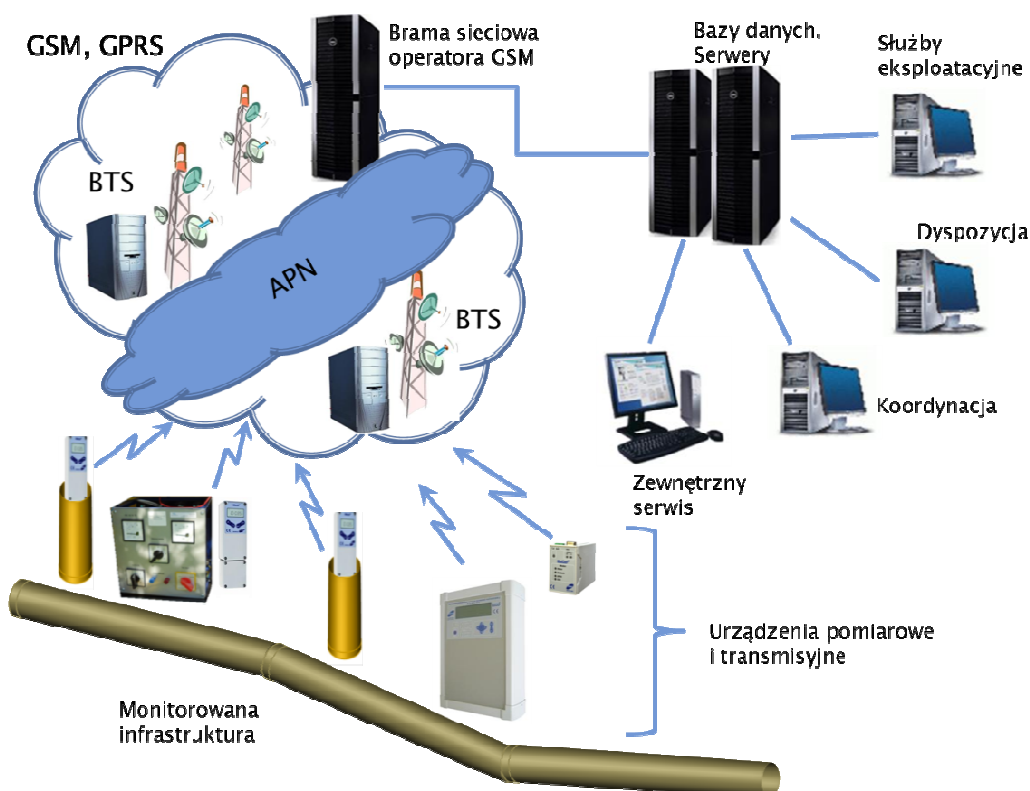
Rys. 1 Bloki funkcjonalne w systemie monitoringu (opracowanie własne)

Punktem wyjścia w każdym systemie monitorowania jest obiekt lub infrastruktura poddawana zdalnemu nadzorowi. Obiekt taki należy właściwie przygotować i wyposażać w niezbędne elementy umożliwiające wykonanie odpowiednich pomiarów, sprawdzeń lub sterowań. W kontekście ochrony antykorozyjnej związane to jest z wykonaniem odpowiednich punktów pomiarowych, zainstalowaniem czujników i sond pomiarowych. Właściwe zaplanowanie i wykonanie przygotowania infrastruktury realizowane jest dla obiektu praktycznie raz na kilkanaście – kilkadziesiąt lat.

Do odpowiednio przygotowanego obiektu podłącza się następnie urządzenia monitorujące i sterujące. Na rynku dostępną jest dość szeroka gama produktów, zarówno krajowych, jak i zagranicznych, o różnorodnych rozwiązaniach technicznych i funkcjonalnych. Dobór urządzeń pomiarowych należy przeprowadzać z uwzględnieniem poziomu i rodzaju mierzonego sygnału oraz poziomu i rodzaju zakłóceń pomiarowych. W uzasadnionych

przypadkach dobór przyrządów pomiarowych, poprzedzony powinien być analizą występujących napięć, zakresu i częstotliwości tętnień, przepięć i innych zakłóceń. Niewłaściwy dobór przyrządów oraz zakresów pomiarowych może doprowadzać do permanentnego zafalszowania mierzonych wartości, co w konsekwencji może skutkować ograniczeniem skuteczności działania ochrony katodowej.

Dla zapewnienia zdalnego odczytu urządzeń pomiarowych konieczne jest wykorzystanie łączy komunikacyjnych. Obecnie najpowszechniejszą metodą jest transmisja wykorzystująca sieć GSM w zakresie komunikacji GPRS oraz SMS. W wielu lokalizacjach stosowane są bezpośrednie kanały komunikacyjne, wykorzystujące stałe łącza telekomunikacyjne lub światłowodowe. Podstawowym czynnikiem wyboru rodzaju łącza są możliwości terenowe oraz okresowe koszty związane z transmisją danych.



Rys. 2 Przykładowa realizacja systemu monitoringu (opracowanie własne)

Zebrane dane pomiarowe, dzięki zapewnieniu kanałów komunikacyjnych zostają przesłane do serwerów bazodanowych lub bezpośrednio do komputera użytkownika. Serwery stosowane są w przypadkach rozbudowanego systemu monitoringu z wielokanałowym dostępem do zebranych danych. Zazwyczaj w tym miejscu następuje przetwarzanie zebranych danych oraz przygotowanie danych do prezentacji w systemach wizualnych lub raportowych. W zależności od przyjętego modelu realizacji usług, dane te są przekazywane i udostępniane w odpowiednich formatach dla poszczególnych uczestników procesu eksploatacji i zarządzania infrastrukturą.

Proces wdrażania monitoringu z uwagi na wykonanie koniecznych prac przygotowawczych oraz koszty wdrożenia może trwać nawet kilka lat. Dobrą i sprawdzoną praktyką jest przygotowanie w pierwszym etapie planu wdrożenia, wykonanie analiz możliwości i ograniczeń, przygotowanie koncepcji oraz zaplanowanie strategii wdrożenia systemu. W późniejszym okresie pozostanie niemniej wymagająca konsekwencja w realizacji wdrożenia.

Proces wdrażania monitoringu ochrony katodowej w MSG

System Monitoringu Ochrony Katodowej w Spółce funkcjonuje od początku 2009 roku. Określenie wymagań, jakie zostały postawione systemowi monitoringu funkcjonującego w całej Spółce, poprzedzony został kompleksową analizą rynku. System SMOK spełnia z góry określone przez MSG główne założenia funkcjonalne. System ten: jest niezależny od działających w Operatora Gazowego innych systemów teletransmisyjnych, umożliwia współpracę z urządzeniami nie tylko jednego producenta, jest w pełni własnością Spółki Gazowniczej, umożliwia dostęp „on-line” do urządzeń monitorujących, umożliwia pracę w systemie przez wiele osób z ograniczeniem dostępności danych między innymi ze względu na obszar eksploatacji.



Rys. 3 Graficzna prezentacja systemu ochrony katodowej funkcjonującej w MSG (opracowanie własne)

Odpowiedzialność za sprawne funkcjonowanie systemu SMOK została podzielona w następujący sposób: koordynację działań związanych z rozbudową i nadzorem nad całym

systemem pełnią pracownicy Oddziału Zarząd, część informatyczna dotycząca zabezpieczenia i przesyłu danych w sieci intranetu oraz kontakt z operatorem GSM podlega Oddziałowi IT.

Rodzaje awarii w liczbie zgłoszeń serwisowych

Dla potrzeb przedstawienia przyczyn powstawania usterek w samych urządzeniach typu MSOK posłużono się danymi statystycznymi dotyczącymi zgłoszeń serwisowych wykonywanych przez firmę Atrem S.A będącą producentem urządzeń polaryzujących i monitorujących ochronę katodową.

Wszystkie zgłoszenia serwisowe podzielono na następujące grupy:

- a) Niewłaściwa obsługa urządzeń – najczęściej dotyczyło to zgłoszeń obejmujących mechaniczne uszkodzenia lub błędy w konfiguracji i parametryzacji urządzeń
- b) Uszkodzenia powstałe wskutek przepięć w obwodzie zasilania
- c) Uszkodzenia powstałe wskutek przepięć i stanów nieustalonych w odwodach pomiarowych i wyjściowych bezpośrednio podłączonych do konstrukcji chronionej
- d) Uszkodzenia wewnętrzne – wady elementów lub montażu,
- e) Uszkodzenia obwodów komunikacyjnych, w tym zasilania, kanałów transmisyjnych, anten GPS
- f) Wszystkie inne zgłoszenia i działania serwisowe obejmujące np. aktualizację oprogramowania, zmianę funkcjonalności itp.

W 2008 roku zainstalowanych na terenie całej Polski było ok 100 urządzeń polaryzujących. Jeden z największych udziałów w ogólnej liczbie zgłoszeń z 2008r miały uszkodzenia wynikające z niedostatecznych umiejętności obsługi urządzeń. W większości przypadków nie były to żadne uszkodzenia, jedynie błędna konfiguracja czy brak załączenia wyjścia. Zdarzały się również uszkodzenia mechaniczne powstałe wskutek niewłaściwego transportu lub montażu. Ponadto w 2008 roku można wyodrębnić dwa podstawowe źródła uszkodzeń, których suma sięgała połowy wszystkich zgłoszeń serwisowych. W zdecydowanej większości uszkodzenia te były skutkiem oddziaływania przepięć i stanów nieustalonych powstałych w wyniku wyładowań atmosferycznych, zarówno w obwodach zasilających, jak i pomiarowo wyjściowych. Kilukrotnie miały miejsce jednoczesne uszkodzenia obwodów od strony linii zasilającej oraz od strony obiektu. Uszkodzenia, których powodem są przepięcia, są dość charakterystyczne, jednakże zakres tych uszkodzeń może być dość różny, zależny od wartości przepięcia oraz zastosowanych zabezpieczeń zewnętrznych.

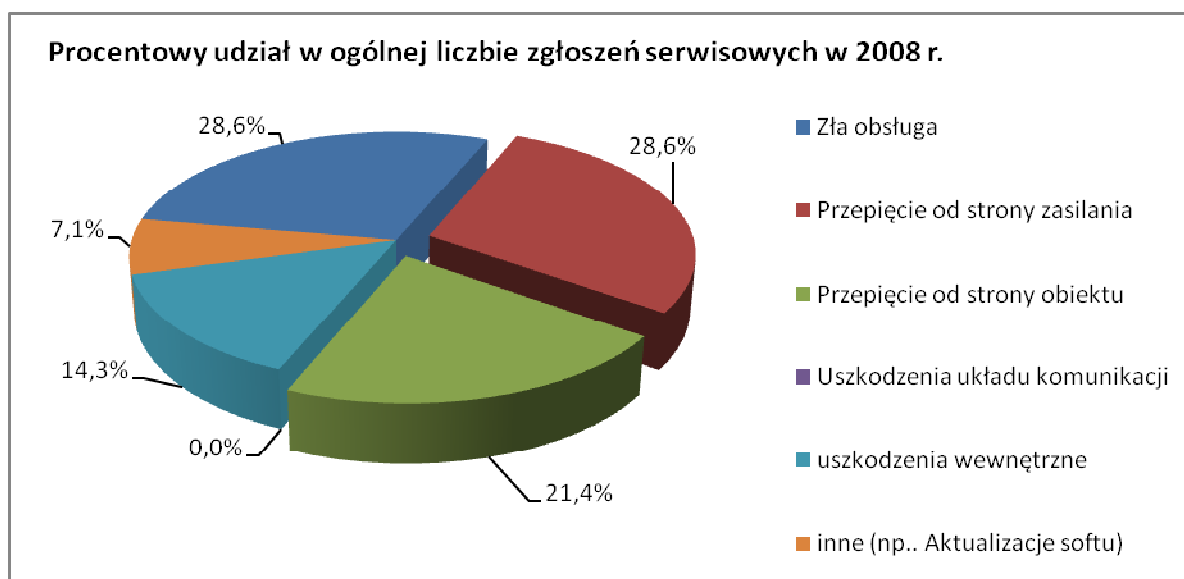


Rys. 4 Przykładowe zdjęcia uszkodzeń wewnętrznych urządzenia w wyniku wyładowań atmosferycznych (zdj. Atrem S.A.)

Samo urządzenie zostało wyposażone w zabezpieczenia ograniczające przepięcia w postaci układów filtrów oraz połączeń warystorowych i odgromnikowych. Zabezpieczenia te mają za zadanie ograniczenie uszkodzeń wewnętrznych układów elektronicznych. Jednakże należy zwrócić uwagę na fakt, iż zadziałanie niewymiennego zabezpieczenia, każdorazowo doprowadza do czasowego wyłączenia urządzenia z eksploatacji. Dodatkowo w skrajnych przypadkach uszkodzenia zabezpieczeń są tak duże, iż wymianie musi podlegać cała płyta główna (Rys. 4).

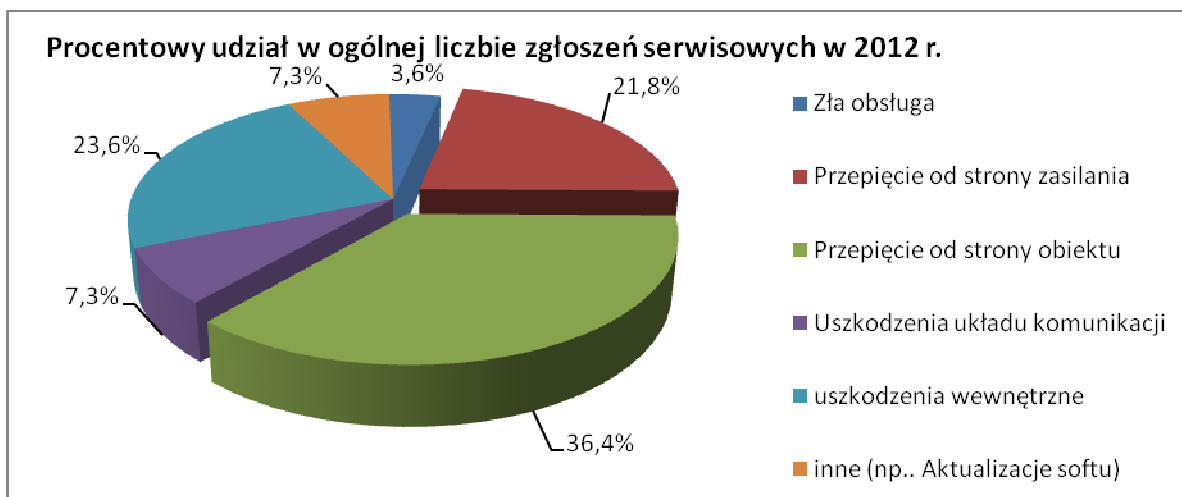


Rys. 5 Przykładowe zdjęcia uszkodzeń wewnętrznych urządzenia oraz zabezpieczeń zewnętrznych w wyniku wyładowań atmosferycznych (zdj. Atrem S.A.)



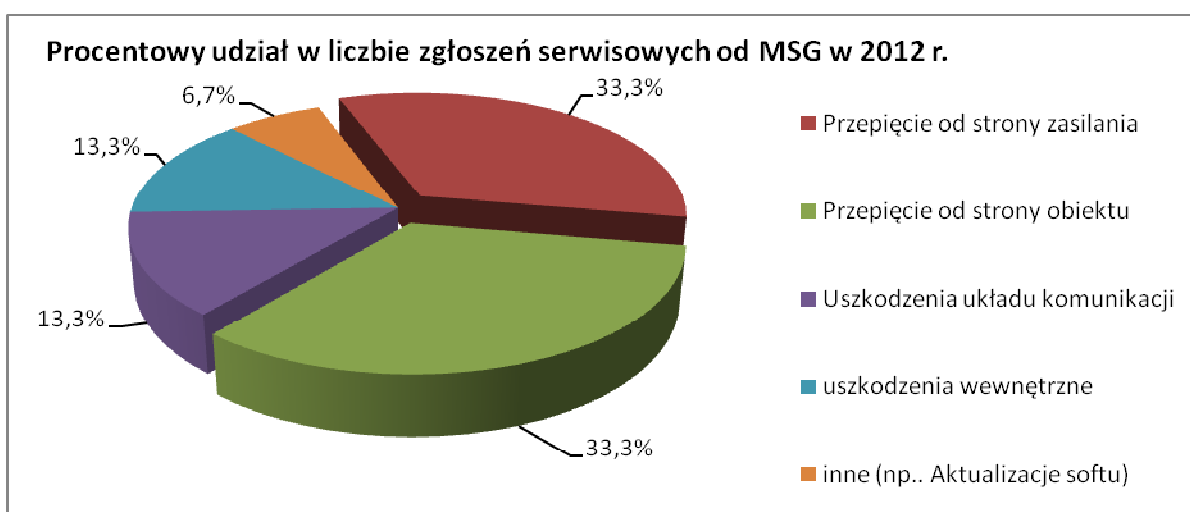
Rys. 6 Procentowy udział poszczególnych rodzajów uszkodzeń w ogólnej liczbie zgłoszeń serwisowych w 2008r. (dane Atrem S.A.)

W 2012 roku zainstalowanych na terenie całej Polski zostało ponad 600 urządzeń polaryzujących. Realizując strategię sukcesywnych szkoleń z obsługi i konfiguracji urządzeń udało się ograniczyć udział zgłoszeń z tytułu złej obsługi do pojedynczych zgłoszeń w skali całego roku. Jednakże uszkodzenia wynikające z wszelkiego rodzaju przepięć nadal stanowią ponad połowę wszystkich zgłaszanych uszkodzeń.



Rys. 7 Procentowy udział poszczególnych rodzajów uszkodzeń w ogólnej liczbie zgłoszeń serwisowych w 2012r. (dane Atrem S.A.)

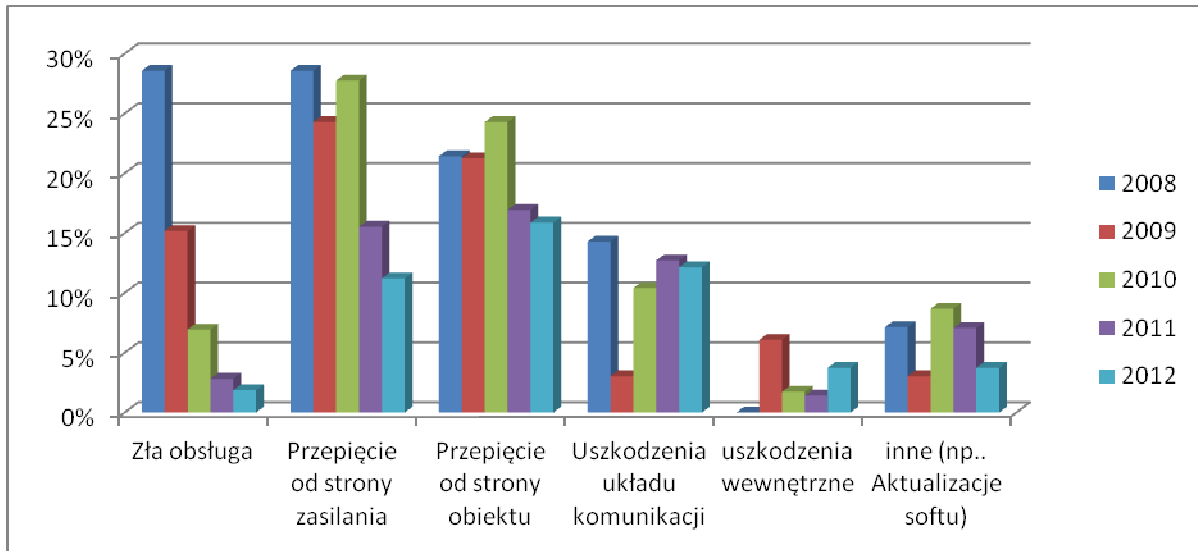
Wyodrębniając dane statystyczne dotyczące wyłącznie Mazowieckiej Spółki Gazowniczej w ramach prowadzonych usług serwisowych można również zaobserwować wyraźny ponad 65% udział uszkodzeń związanych z przebieciami oraz stanami nieustalonymi od strony linii zasilającej oraz obiektu w łącznej liczbie zgłoszonych przez MSG usterek. Dane te również wskazują, na zminimalizowanie do zera od początku wdrażania systemu liczby usterek wynikających z błędów obsługi.



Rys. 8 Procentowy udział poszczególnych rodzajów uszkodzeń w ogólnej liczbie zgłoszeń serwisowych dokonanych przez MSG w 2012r. (dane Atrem S.A.)

Należy dla porządku jednak wspomnieć, iż łączna liczba zgłoszeń serwisowych na każde 100 szt. pracujących urządzeń znacząco, sukcesywnie w ciągu ostatnich lat spada. Zatem spadła również bezwzględna liczba uszkodzeń powstałych w wyniku wyładowań atmosferycznych.

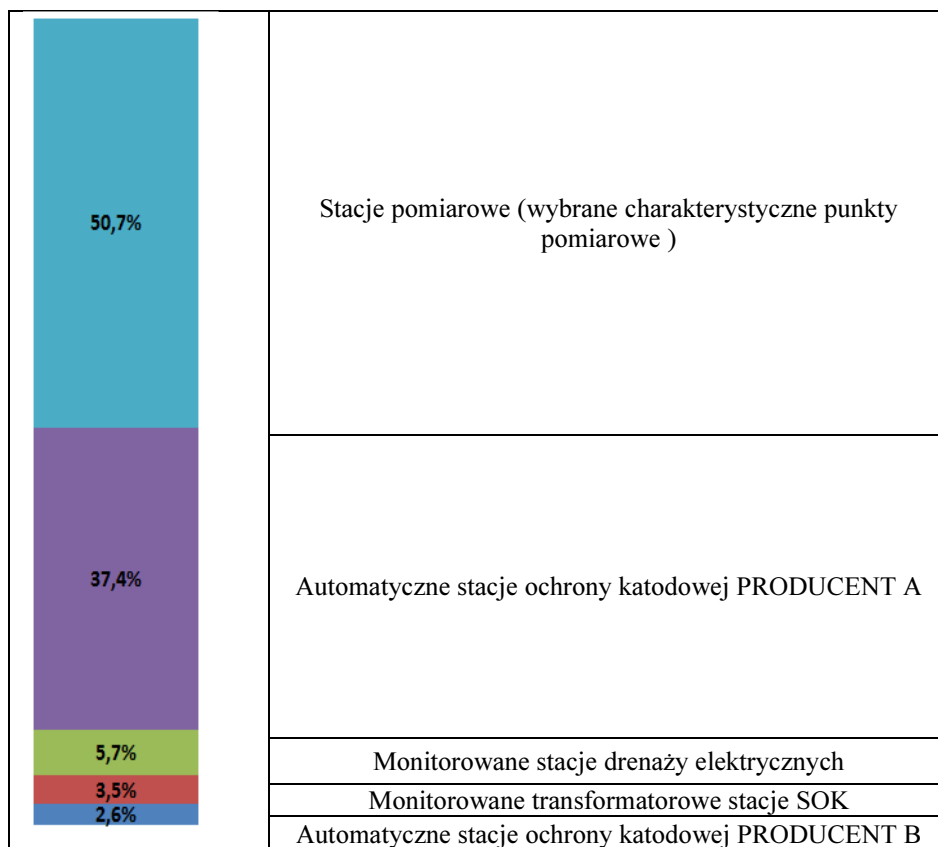
Generalnie, działania podejmowane przez operatorów sieci gazowych, objętych monitoringiem z wykorzystaniem urządzeń Atrem S.A., mające na celu odpowiednie zabezpieczenie obwodów zasilających oraz pomiarowo-wyjściowych, wykazują znaczący spadek uszkodzeń związanych z przebieciami i stanami nieustalonymi.



Rys. 9 Znormalizowany względem 2008 roku wykres ukazujący tendencje zmian występowania uszkodzeń danego rodzaju w ogólnej liczbie zgłoszeń serwisowych

Doświadczenia w zakresie eksploatacji monitoringu ochrony katodowej MSG.

Centralnym systemem monitoringu ochrony katodowej w MSG objęte są wszystkie urządzenia polaryzujące (za wyjątkiem stacji anod galwanicznych), włącznie z urządzeniami pracującymi na stalowej sieci gazowej średniego i niskiego ciśnienia.



Rys. 10 Procentowy udział poszczególnych rodzajów urządzeń pomiarowych ochrony katodowej włączonych do systemu monitoringu na terenie MSG (dane MSG)

Wraz ze wzrostem liczby urządzeń wzrastała również sumaryczna ilość zdarzeń zakłócających pracę całego systemu. Jako stan awaryjny w systemie zdalnego monitoringu należy rozumieć brak lub błędne informacje dostarczane z urządzenia. Zaistniałe stany awaryjne podzielono na grupy, według przyczyn ich powstania.

Podział zdarzeń awaryjnych systemu monitorującego ochrony katodowej w MSG.

	Zdarzenia	Uwagi
1.	Ingerencja stron trzecich - Świadome lub nieświadome trwałe uszkodzenie urządzenia w terenie, kradzież dewastacja	W ciągu 4 lat funkcjonowania SMOK na terenie MSG odnotowano 3 przypadki dewastacji stacji SOK (uszkodzenie obudowy stacji wraz z okablowaniem, bez ingerencji w urządzenie) oraz 1 przypadek kradzieży transformatorowego urządzenia polaryzującego wraz z monitorującym go urządzeniem pomiarowym. Przy ilościach urządzeń eksploatowanych przez MSG zdarzenia związane z ingerencją osób trzecich są uciążliwe ale pomijalnie małe.
2.	Brak zdalnej komunikacji z urządzeniem pomiarowym - brak możliwości komunikowania się z urządzeniem przez okres jednej doby lub dłużej (przyczyna po stronie urządzeń terenowych).	Z doświadczeń MSG braki w komunikacji wynikają z kilku powodów. Najczęstszymi przyczynami zaistniałych stanów awaryjnych są: uszkodzenia kart telemetrycznych, brak zasięgu operatora GSM, uszkodzenie lub błędne zaprogramowanie modemu transmisyjnego, przerwy w dostarczeniu energii elektrycznej. Uszkodzenia kart telemetrycznych są zdarzeniami losowymi, przyczyn uszkodzeń należy szukać w dwóch źródłach: niedostatecznej jakości kart telemetrycznych oraz polowych warunkach pracy urządzenia (roczny temperaturowy zakres pracy urządzenia $-25 \div +60$ °C). 90% przypadków uszkodzeń dotyczyło kart zamontowanych w urządzeniach pomiarowych, z tego wnioskować można, iż niskie temperatury panujące w monitorowanych stacjach pomiarowych mają tu decydujące znaczenie (temperatury wewnątrz stacji SOK w okresie zimowym wynosi max. -5°C). W 2011 roku nastąpiła zmiana operatora GSM obsługującego transmisje danych z urządzeń, zaś w 2012 roku operator GSM rozpoczął zmiany w mocy, a tym samym również zasięgu poszczególnych BTS-ów. Zmiany te spowodowały, iż w kilku miejscach odnotowano zmniejszenie siły sygnału GSM lub czasowy jego zanik. W okresie eksploatacji zdiagnozowano awarię 2 modemów transmisyjnych. Braki transmisji danych wynikające z błędnie zaprogramowanego modemu, mogły powstawać w procesie wymiany kart telemetrycznych lub podczas włączania nowego urządzenia do systemu monitoringu. Błędy te były diagnozowane w procesie testowania komunikacji między urządzeniem, a serwerem systemu monitoringu.
3.	Brak komunikacji z urządzeniem pomiarowym - (przyczyna po stronie teleinformatycznej).	Uszkodzenia na trasie przepływu informacji, zmiany w konfiguracji APN – zdarzenia sporadyczne, nie mające większego znaczenia w procesie eksploatacji (przerwy serwisowe, zawieszenie systemu itp.).
4.	Zanik lub przerwa w zasilaniu energetycznym - w tym zadziałanie zabezpieczeń	Przerwy w zasilaniu są zdarzeniami losowymi, niezależnymi od eksploatatora sieci gazowej. Problem ten nie dotyczy oczywiście urządzeń pomiarowych, które mają własne wewnętrzne źródło zasilania. W okresie ostatnich czterech lat eksploatacji, zdarzeń

	nadmiarowo – prądowych.	związanych z zadziałaniem zabezpieczeń nadmiarowo- prądowych było kilka. Przyczyn ich powstania można upatrywać zarówno w źle dobranych typach zabezpieczeń lub w chwilowych zakłóceniach sieci energetycznych (tereny wiejskie).
5.	Błędne wartości wskazań urządzeń pomiarowych.	Problem ten jest diagnozowany w ramach cyklicznych sprawdzeń urządzeń pomiarowych. W wyniku dużych różnic temperatur, niesprzyjających warunków oraz długiego okresu pracy konieczne było wykalibrowanie 4 urządzeń pomiarowych.
6.	Uszkodzenia urządzeń monitorujących od strony układów wyjściowych i pomiarowych.	Trwałe uszkodzenie zabezpieczeń przeciwprzepięciowych wewnętrznych lub zewnętrznych urządzenia. Znaczący procentowy udział tych uszkodzeń w ogólnej liczbie awarii, mimo stosowania nowoczesnych systemów zabezpieczających.
7.	Uszkodzenia urządzeń monitorujących od strony zasilania energetycznego.	

Wnioski

Wszelkie zakłócenia lub awarie, których skutkiem jest nieplanowana interwencja służb eksploatacyjnych pociągają za sobą dodatkowe koszty eksploatacyjne. Likwidacja wszystkich źródeł awarii, z uwagi na ich losowy charakter jest zadaniem dość trudnym do realizacji. Niemniej jednak, część z nich można uniknąć na etapie wdrażania systemu, a w szczególności na etapie jego projektowania. Znaczącą grupę uszkodzeń urządzeń pomiarowych stanowią awarie spowodowane przepięciami, zarówno od strony zasilania w energię elektryczną, jak również od strony konstrukcji chronionej (układy pomiarowe i wyjściowe).

Służby odpowiedzialne w MSG od początku procesu wdrożeniowego Systemu Monitoringu Ochrony Katodowej podejmowały i podejmują działania zmierzające do minimalizacji ilości stanów awaryjnych. Wraz z wdrożeniem monitoringu wprowadzono „Wytyczne wyboru, przygotowania projektu oraz realizacji monitoringu ochrony katodowej na terenie Mazowieckiej Spółki Gazownictwa sp. z o.o.”. Powyższe wytyczne precyzują kryteria wyboru miejsc montażu urządzeń monitorujących, a przede wszystkim wymagania dotyczące zabezpieczeń obwodów zasilających, pomiarowych oraz drenażowych. Działanie takie pozwoliło na zmniejszenie prawdopodobieństwa występowania zagrożeń, związanych z awariami spowodowanymi przepięciami elektromagnetycznymi, zarówno od strony zasilania jak i kanałów pomiarowych. Kolejnym działaniem zapobiegawczym jest przeprowadzanie cyklu szkoleń z zakresu obsługi i diagnostyki urządzeń monitorujących. Nieodzownym są również stałe kontakty służb eksploatacyjnych MSG z producentami urządzeń w celu wyjaśnienia wszelkich wątpliwości związanych z obsługą i diagnostyką urządzeń.