

## MONITORING SIECI ELEKTROENERGETYCZNEJ W ŚRODOWISKU PRZEMYSŁOWYM

### STRESZCZENIE

Postępująca automatyzacja procesów produkcyjnych, a także wzrastający stopień skomplikowania systemów technicznych sprawiają, że w wielu przedsiębiorstwach problemem zasadniczym jest zapewnienie ciągłości procesu produkcyjnego oraz optymalnych parametrów energomediów zasilających urządzenia i instalacje technologiczne. Zagadnienie jakości energii elektrycznej i monitorowania jej parametrów nabierają szczególnego znaczenia w zakładach produkcyjnych pracujących w reżimie produkcji ciągłej, jak również w systemie wieloetapowym, gdzie krótkie przerwy w zasilaniu mogą zakłócić pracę maszyn i doprowadzić do zniszczenia operacji zrealizowanych na poprzednich etapach, powodując znaczne straty produkcyjne. W artykule zaprezentowano system monitoringu i nadzoru rozdzielni średniego napięcia, służący do kontroli wewnątrzzakładowej sieci elektroenergetycznej i głównych zasilaczy zakładu przemysłowego. Podstawowe elementy wchodzące w skład systemu to: stacja operatorska i podłączone do niej urządzenia obiektowe, którymi są zabezpieczenia w sieci średnich napięć. W skład systemu wchodzi również analizatory sieci kontrolujące parametry zasilania. Stacja operatorska systemu wyposażona jest w specjalizowane oprogramowanie, które pozwala monitorować sieć, oceniać wydajność jej pracy i optymalizować rozpląwy mocy. Dodatkowo obejmuje nadzór poboru mocy i zużycia energii elektrycznej. Jego zaletą jest moduł kontroli parametrów jakości energii elektrycznej i analizy zakłóceń w sieci elektroenergetycznej.

**Słowa kluczowe:** system monitoringu, sieć elektroenergetyczna, jakość energii

### ELECTRICAL POWER GRID MONITORING IN INDUSTRIAL ENVIRONMENT

The main problems of many companies are: assuring the continuity of production and the best energy sources which are supplied to technological devices. These problems are caused by the progressive automatization of manufacturing processes and more and more complicated technical systems. Power quality is particularly important in companies where there is a continuous or multistages production. Unexpected disturbances called sags and interruptions may cause lost production and productivity due to equipment failures and unexplained shutdowns which can be very costly as well. In fact a huge manufacturing loss can be met by a company. In the paper power monitoring system adapted to medium voltage industrial power grid is presented and discussed. This system can be used in all electrical distribution systems. The system is made up of three main parts: communicating devices, communication interfaces and special software. Mentioned in the article system is the answer to power management needs concerning: the cost, quality and reliability of electrical power.

**Keywords:** monitoring system, power grid, power quality

### 1. WPROWADZENIE

Jednym z podstawowych czynników pozwalających powiększać przewagę nad konkurencją jest dostarczanie produktu najwyższej jakości za jak najniższą cenę. Szczególnie w warunkach silnej konkurencji, cena produktu jest niezwykle istotna dla odbiorcy końcowego i to ona może decydować o istnieniu przedsiębiorstwa. Dlatego podstawowym zadaniem firm staje się szukanie sposobów na obniżanie kosztów, w tym kosztów zakupu mediów energetycznych [1].

Racjonalizacja gospodarowania czynnikami energetycznymi jest procesem ciągłym, w którym nabywane stopniowo wiedza i doświadczenia stają się inspiracją do formułowania nowych rozwiązań. W procesie tym, na podstawie analizy kosztów zakupu czynników energetycznych, struktury ich zużycia, roli w procesie technologicznym oraz istniejących uwarunkowań organizacyjno-prawnych, podejmowane są próby optymalizacji działań gospodarowania

czynnikami energetycznymi, w których ramach ustalane są parametry tych działań, minimalizujące koszty zużycia ich przez przedsiębiorstwo. Wynikiem tych prób są zmiany w gospodarce nośnikami energetycznymi. Zakres tych zmian uwarunkowany jest obowiązującymi uregulowaniami prawnymi, organizacyjnymi oraz dostępnymi środkami technicznymi. Analiza efektów zmian daje podstawę do poszukiwania dalszych możliwości redukcji kosztów, korekty parametrów uznanych wcześniej za optymalne i wdrożenia kolejnych zmian. Proces powtarza się cyklicznie, a w kolejnych cyklach wzrasta świadomość jego uczestników, którzy odczuwają rosnące zapotrzebowanie na coraz bardziej wyrafinowane i coraz bardziej zaawansowane środki wspomagające (sprzęt, oprogramowanie, konsultacje i szkolenia).

Konkurencyjność rynku wymaga od przedsiębiorstw przemysłowych stałej poprawy efektywności działania. Poszerzenie zakresu wspomagania działalności poprzez wprowadzenie nowoczesnych technologii informatycznych jest jednym z możliwych kierunków takiego działania.

\* Studia doktoranckie, Wydział EAIiE, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Energia elektryczna jest jednym z podstawowych energomediów wykorzystywanym w przemyśle, a koszty jej zakupu niejednokrotnie, w zależności od rodzaju technologii, stanowią znaczącą część kosztów przedsiębiorstwa, dlatego tak istotne staje się jej nadzorowanie i monitoring jej zużycia [1].

Współczesne systemy zarządzania środowiskiem energetycznym, systemy nadzorująco-monitorujące infrastrukturę elektroenergetyczną, wspomagają strategie energetyczne w przedsiębiorstwie, a różnorodność informacji dostarczanych przez nie, czyni je użytecznymi także dla innych służb, np. technologicznych, produkcyjnych, ekonomicznych czy zarządzających.

Wyspecjalizowane systemy monitorujące kluczowe obwody elektroenergetyczne zakładu przemysłowego stanowią kompletne i spójne rozwiązanie stosowane do zarządzania energią. Pozwalają sprzęgnąć urządzenia w sieć komunikacyjną oraz przesyłać dane pomiędzy nimi, a co najmniej jednym nadzorującym sieć komputerem. Podstawowym celem tego typu systemów jest pełna kontrola nad siecią, kosztami eksploatacji oraz pewnością i jakością zasilania, a dodatkowo nadzór poboru mocy i zużycia energii.

## 2. SYSTEM MONITORINGU

W dobie coraz silniejszej konkurencji rynkowej, istotnym i stale zyskującym na znaczeniu elementem gospodarki energetycznej przedsiębiorstw produkcyjnych staje się racjonalizacja zużycia nośników energetycznych, mająca na celu redukcję udziału tych kosztów w całkowitych kosztach działalności. Właściwą drogą do osiągnięcia tego celu jest optymalizacja sposobu zakupu i zużycia mediów energetycznych, w tym energii elektrycznej, na podstawie dokładnych pomiarów i odpowiednich analiz tych danych.

Współczesne systemy monitoringu zasilania w przedsiębiorstwie, systemy nadzoru i zarządzania, dają możliwość obserwacji parametrów i stanu obiektów objętych ich zasięgiem, zwiększają niezawodność, usprawniają diagnostykę, minimalizują nieplanowane przestoje oraz dają użytkownikowi narzędzie kontroli kosztów energii.

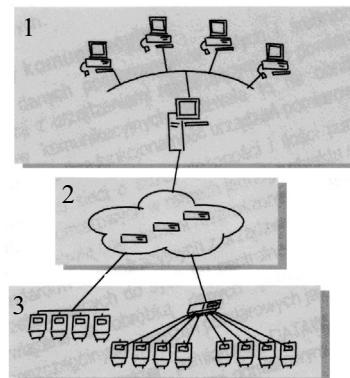
Do ich podstawowych zalet można zaliczyć [6]:

- ciągły monitoring i rejestrację poboru mocy i energii w zakładzie, dzięki czemu system dostarcza niezbędne dane do planowania przyszłej rozbudowy zakładu i jest gwarantem optymalnego obciążenia odpyływów;
- monitorowanie wielkości analogowych (napięcie, prąd, częstotliwość itp.) oraz dwustanowych (sygnalizacja przekroczenia zadanej wielkości – np. strażnik mocy umownej, położenie styków wyłącznika itp.);
- szybki dostęp do wszystkich zarejestrowanych danych źródłowych oraz danych pochodzących z analiz w jednym miejscu, co wpływa na oszczędność czasu kadry inżynierskiej i technicznej – częściowa eliminacja dokonywanych przez nich obchodów;
- racjonalizację i optymalizację zużycia energii elektrycznej przez cały zakład i poszczególne jego wydziały, dzięki odpowiedniemu opomiarowaniu tworzona jest struktura zużycia energii elektrycznej w przedsię-

- biorstwie, pozwalająca na lokalizację najbardziej energochłonnych odpyływów i podjęcie odpowiednich działań;
- optymalizację kontraktu i wspomaganie negocjacji warunków rozliczeń z dostawcą energii;
- graficzne odzwierciedlenie stanu sieci rozdzielczej umożliwia scentralizowanie danych oraz przedstawienie ich w dogodnym formacie na panelu operatorskim;
- określenie stopnia obciążenia (wykorzystania) poszczególnych obiektów elektroenergetycznych;
- wspomaganie analiz oraz prac związanych z dokumentowaniem i sprawozdawczością;
- kontrolę parametrów jakości energii elektrycznej: analiza harmonicznych, detekcja pików i zapadów napięcia oraz detekcja zakłóceń.

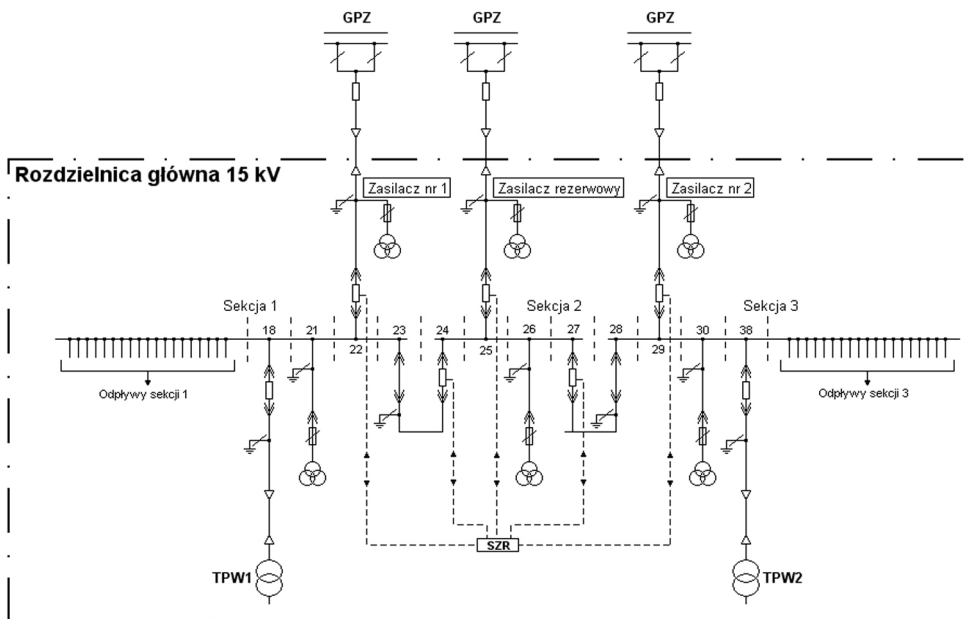
### 2.1. Architektura systemu

Omawiany system monitoringu i nadzoru przeznaczony jest do wszystkich systemów rozdziału energii. Jest zestawem urządzeń wyposażonych w moduł komunikacyjny i specjalizowane oprogramowanie umożliwiającego współpracę na platformie systemu operacyjnego Windows. Składa się ze stacji operatorskiej i podłączonych do niej urządzeń obiektowych (rys. 1), którymi są zabezpieczenia w sieci średnich napięć. W skład systemu wchodzi również analityczny system kontrolujący parametry zasilania w polach zasilających głównej stacji rozdzielczej zasilającej zakład przemysłowy (rys. 2).



**Rys. 1.** Architektura systemu: 1 – specjalizowane oprogramowanie, 2 – interfejs komunikacyjny, 3 – urządzenia kontrolno-pomiarowe wyposażone w łącze komunikacyjne [10]

Stację operatorską systemu stanowi komputer PC wyposażony w specjalizowane oprogramowanie jednej z czołowych firm branży elektroenergetycznej. Urządzenia pomiarowe systemu mogą być wykorzystywane we wszystkich typach instalacji elektrycznych i pokrywają szeroki zakres potrzeb począwszy od prostych funkcji jak pomiar prądu, napięcia, aż do analizy harmonicznych i wykrywania pików i zapadów napięcia. Zainstalowane w rozdzielnicach urządzenia pozwalają na rejestrację i zapamiętanie zdarzeń alarmowych oraz pomiary, dostępnych za ich pomocą, wartości.



Rys. 2. Schemat strukturalny zasilania omawianego zakładu przemysłowego

Dane z urządzeń kontrolno-pomiarowych są transmitowane poprzez wydzielone gałęzie sieci Ethernet za pomocą protokołu Modbus –TCP/IP. Przyłączenie zespołów pomiarowych do sieci zrealizowane jest za pomocą bramek Modbus/TCP/IP typu EGX, które z jednej strony pozwalają na transmisję w sieci Ethernet, a z drugiej umożliwiają dołączenie umieszczonych w przedziałach niskonapięciowych zabezpieczeń średnich napięć rozdzielnic głównej 15 kV i bramki Nport (do komunikacji z analizatorami sieci zainstalowanymi na głównych zasilaczach zakładu) oraz zespołu SWITCH. Wszystkie urządzenia wchodzące w skład interfejsu komunikacyjnego są zainstalowane w szafie komunikacji. Zestawione w ten w ten sposób urządzenia realizują transmisję według standardu Ethernet z prędkością 10/100 MHz Bas XT, a także zapewniają połączenie z siecią zakładową [11].

Komunikacja pomiędzy wyszczególnionymi wyżej urządzeniami i bramką EGX odbywa się za pomocą magistrali obiektowej MODBUS/JBUS. Fizyczne połączenia wykonywane są za pomocą ekranowanej pary przewodów (skretki) realizującej 2-przewodowy interfejs RS485. Połączenie to gwarantuje uzyskanie odpowiednio szybkiej i niezawodnej transmisji w warunkach silnie zakłóconego środowiska rozdzielni średnich napięć.

Interfejs komunikacyjny pełni rolę pomostu pomiędzy urządzeniami a aplikacją uruchomioną na PC. Rolę interfejsu jest interpretacja protokołu oraz fizyczne połączenie elementów systemu. Interfejs jest narzędziem niezbędnym, ponieważ komunikacja na poziomie PC (Modbus poprzez RS232 i/lub łącze Ethernet) jest rzadko kompatybilna z protokołami używanymi przez urządzenia (np. protokół Modbus poprzez łącza RS485).

Specjalistyczne oprogramowanie umożliwia prowadzenie ruchu sieci energetycznej zakładu ze szczególnym uwzględnieniem nadzoru zużycia energii elektrycznej oraz rejestracji zdarzeń i alarmów. Funkcjonalność i ergonomiczność systemu oparta została na prostych, dobrze

sprawdzonych zasadach dostępu do informacji. System korzysta z łatwo definiowanych i rozwijanych przez operatora okien i tabel, stopniowej i kontekstowej prezentacji danych pomiarowych oraz używa przejrzystego zestawu kolorów służących do kodowania zdarzeń i animacji pracy urządzeń.

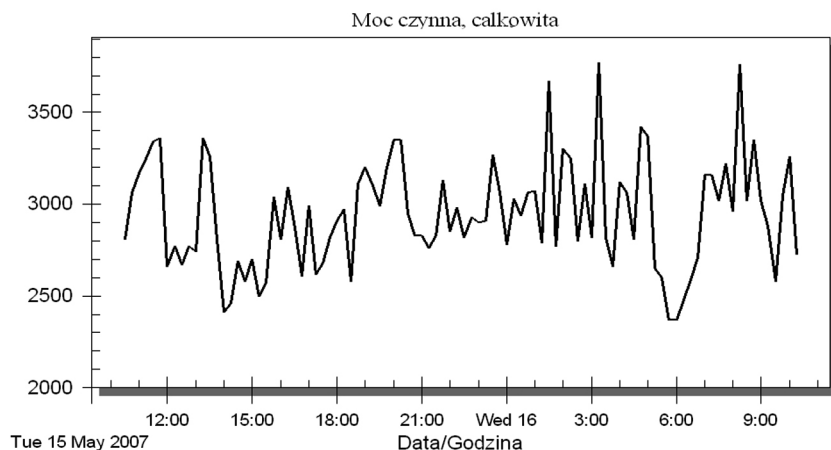
## 2.2. Oprogramowanie

Urządzenia kontrolno-pomiarowe do monitorowania energii gromadzą wszelkie dane istotne z punktu widzenia pracy sieci rozdzielczej zakładu przemysłowego, a oprogramowanie analizuje dane krytyczne, niezbędne do odpowiedzialnego zarządzania energią [3].

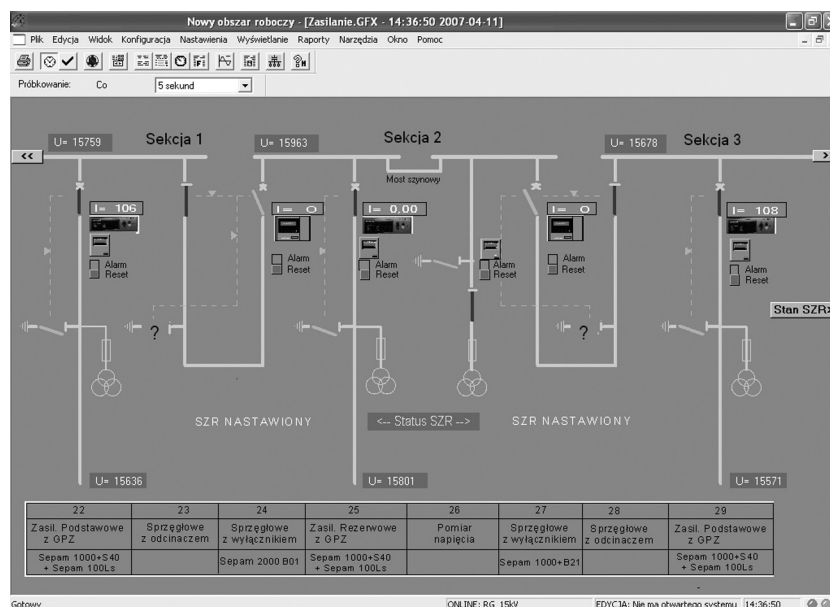
Wszystkie dostępne w przekaźnikach zabezpieczeniowych i w analizatorach sieci dane pomiarowe mogą być archiwizowane w wewnętrznej bazie danych systemu SQL [11]. Zarządzanie tak utworzoną bazą danych zapewnia specjalna autonomiczna część systemu. Do analizy tych danych służy specjalny moduł programowy – menadżer informacji systemowej. Moduł ten organizuje, za pomocą standardowego narzędzia MS-SQL Server, zarządzanie bazą danych i umożliwia przygotowywanie raportów. Możliwe jest przygotowanie zestawień w postaci różnych form histogramów, jak również opracowanych na podstawie danych historycznych wykresów (rys. 3) i trendów. Dzięki przyjęciu zaawansowanych i standardowych narzędzi, tworzenie raportów, tabel czy też skomplikowanych zestawień, możliwe jest bez udziału pracy zaawansowanych programistów.

Rozdzielnicę jest reprezentowana za pomocą animowanej w czasie rzeczywistym synoptyki odzwierciedlającej schemat pracy układu elektroenergetycznego (rys. 4), w sposób typowy dla systemu operatorskiego, umożliwiającą:

- zobrazowanie pozycji głównych łączników,
- zobrazowanie podstawowych pomiarów,
- zobrazowanie stanu układu SZR,
- zerowanie alarmów.



Rys. 3. Dobowy pobór mocy zakładu z jednego zasilania



Rys. 4. Animowana w czasie rzeczywistym synoptyka odzwierciedlająca aktualny schemat pracy układu elektroenergetycznego

Bardzo istotną do określania przyczyn zakłóceń jest możliwość wyświetlenia zapamiętanych przez analizatory sieci i zabezpieczenia oscylogramów przebiegów wartości chwilowych napięć i prądów, szczególnie w tych momentach, gdy występuje zakłócenie. Warto zaznaczyć, że ww. urządzenia mają kilka sposobów wyzwalania i rejestracji zakłóceń, zależnych od skali czasowej zjawisk, jakie użytkownik chce rejestrować.

System zarządzania i potwierdzania alarmów realizuje następujące funkcje:

- śledzenie i rejestracja występujących w sieci elektroenergetycznej zdarzeń i alarmów będących pochodną występowania zakłóceń;
- zarządzanie listą alarmów bieżących oraz wgląd w listę alarmów niepotwierdzonych;
- diagnostyka zarejestrowanych błędów.

Poszczególne alarmy są opisane systemem kolorów i dobranym do tego priorytetem sygnalizującym wizualnie ich znaczenie. Linia opisu alarmu zawiera czas wystąpienia alarmu, urządzenie, w którym alarm występuje, wartość przekroczenia, stan i poziom alarmu (jego priorytet), a także mechanizm opisu pozwalający określić dokładnie źródło jego powstania.

Oprogramowanie systemowe umożliwia rejestrację większości pojawiających się podczas eksploatacji instalacji zdarzeń. Zdarzenia te są rejestrowane w postaci rekordów na dysku twardym, jak również mogą być drukowane na dołączonej do systemu drukarce. System rejestracji zdarzeń obejmuje swym zakresem zarówno zdarzenia związane z mierzonymi wartościami, jak i z wszelkimi działaniami w systemie oraz szeroko pojętą diagnostyką.

Sporządzanie raportów jest realizowane w systemie za pomocą specjalizowanego modułu programowego, tzw.

kreatora raportów. Oprogramowanie to korzysta z zapamiętanych w bazie systemowej SQL (*Structured Query Language*) rekordów zawierających historyczne dane pomiarowe. Czynności te można wykonywać na bieżąco lub algorytmizować w postaci powtarzających się działań.

Oprócz omówionych wyżej możliwości system pozwala na dowolne wykorzystanie danych przez inne aplikacje pakietu Office, np. Excel. Umożliwia to uaktywniany jako jedno z zadań systemowych mechanizm dynamicznej wymiany danych [11].

### 3. JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ W OBIEKCIE PRZEMYSŁOWYM

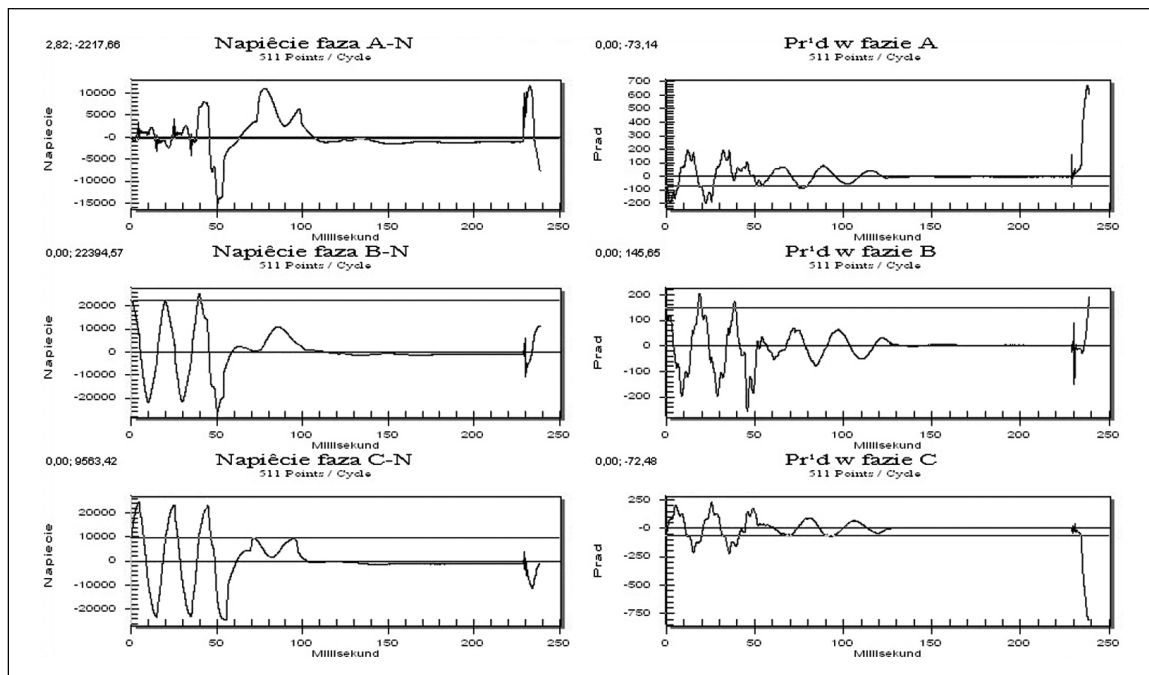
Czułość urządzeń technologicznych na jakość zasilającej je energii elektrycznej wzrasta wraz z zaawansowaniem i skomplikowaniem technologii. Wpływ parametrów energii elektrycznej na produktywność i zyskowność odbiorców przemysłowych jest tak duży i zróżnicowany jak różnorodność technologii i urządzeń wykorzystywanych w przedsiębiorstwie. W takiej sytuacji nieodzowne staje się stosowanie specjalistycznych systemów monitoringu sieci elektroenergetycznej, potrafiących rejestrować zdarzenia zakłócające jej pracę, ułatwiających szybką lokalizację potencjalnych problemów, wspomagających optymalizację sieci, podnoszących żywotność urządzeń i skracających czas przestoju [8].

Do najczęściej występujących zaburzeń elektromagnetycznych w środowisku przemysłowym można zaliczyć [4]:

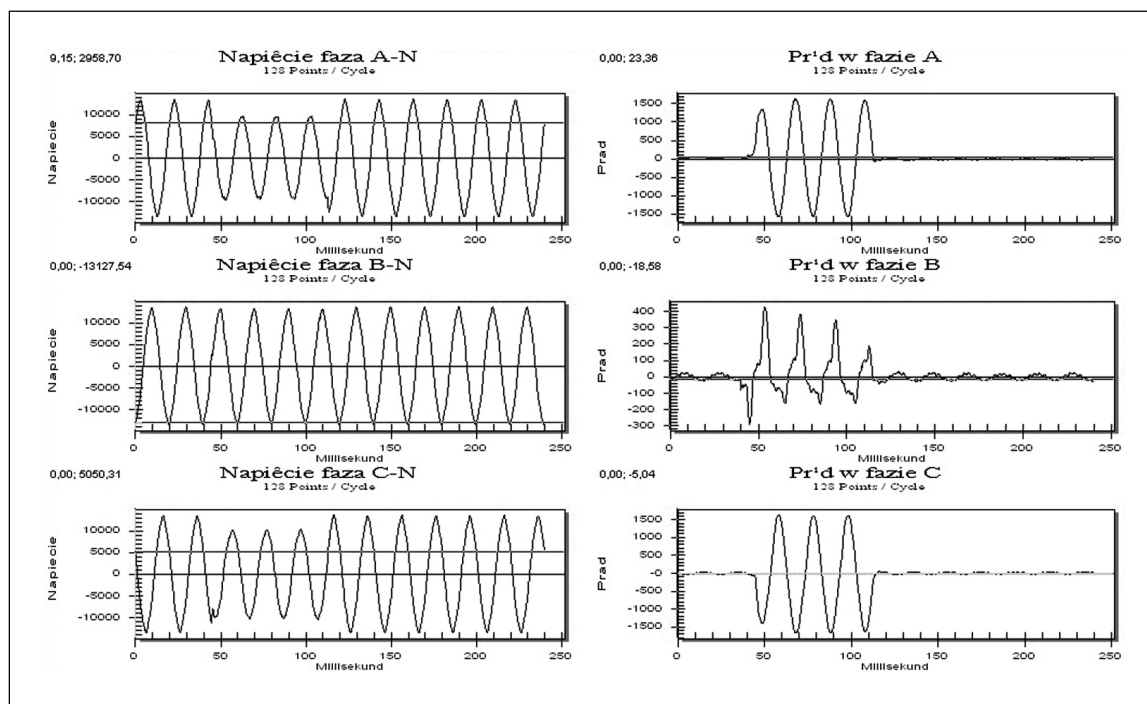
- zapady napięcia,
- krótkie przerwy w zasilaniu,
- harmoniczne i interharmoniczne napięcia,
- odkształcenia napięcia.

Mimo iż świadomość problemów związanych z jakością energii elektrycznej nieustannie wzrasta wśród jej odbiorców, to jednak jeszcze w wielu przedsiębiorstwach przemysłowych wpływ parametrów energii elektrycznej na ciągłość procesów technologicznych i zyskowność przedsiębiorstwa jest niedoceniany, traktowany jako normalny i akceptowany. Parametry takie, jak: miejsce wystąpienia, wielkość i czas trwania zakłócenia czy rodzaj zdarzenia i podatność odbiorów na jego wystąpienie, w sposób znaczący wpływają na jakość energii elektrycznej w zakładach przemysłowych. W niektórych przypadkach dołożenie pojedynczej maszyny czy urządzenia może wytworzyć zupełnie nowe warunki i stanowić źródło problemów dla zakładowego systemu elektroenergetycznego [9]. Zrozumienie złożoności zagadnień jakości energii elektrycznej i monitoring jej parametrów może w znaczący sposób przyczynić się do poprawy parametrów energii elektrycznej zasilającej obiekty produkcyjne i warunków pracy wewnątrzzakładowej sieci jako całości. Monitoring parametrów zasilania i rejestracja zdarzeń zakłóceńowych są najlepszym możliwym sposobem na szybkie rozwiązywanie problemów pojawiających się w systemie elektroenergetycznym.

Na rysunku 5 zostały przedstawione przebiegi napięć i prądów fazowych zarejestrowane, przez analizator sieci na zasilaniu podstawowym zakładu przemysłowego, podczas zapadu napięcia. Skutkiem tego zdarzenia, które trwało zaledwie kilka milisekund, było wyłączenie licznych maszyn na halach produkcyjnych, konieczność przezbrajania maszyn i znaczne straty w produkcji. Dzięki specjalistycznemu oprogramowaniu i zapisanym w bazie danych informacjom o zdarzeniu, można było dokonać odpowiedniej analizy i jednoznacznie wskazać, że źródło zakłóceń znajdowało się powyżej punktu pomiarowego, tzn. pochodziło od strony dostawcy energii elektrycznej.



Rys. 5. Zapad napięcia spowodowany zwarcieniem w systemie zasilającym



Rys. 6. Zapad napięcia wygenerowany po stronie odbiorcy energii elektrycznej

Inna sytuacja została zaprezentowana na rysunku 6. Zarejestrowane przez analizator sieci przebiegi dotyczą tego samego typu zdarzenia zakłóceńowego na zasilaniu omawianego zakładu przemysłowego co wcześniejsze rejestracje, z tą różnicą, że tym razem zapad napięcia został wygenerowany poniżej punktu pomiarowego, a więc wewnątrz sieci odbiorcy. Charakterystyczny dla tego typu sytuacji jest wzrost wartości prądów fazowych w momencie zapadu napięcia w odpowiednich fazach i w następstwie wyłączenie obiektów technologicznych przedsiębiorstwa. Przyczyną takiego zjawiska może być rozruch dużego napędu, którego prąd rozruchowy, przez bardzo krótki czas, może mieć wartość 6÷10 razy większą niż wartość prądów znamionowych, powodując zakłócenia pracy urządzeń wrażliwych na gwałtowne, acz krótkotrwałe obniżenia napięcia. Zaburzenia w postaci pików napięcia są rzadsze niż zapady, jednak mogą pojawić się w chwili wyłączania znacznego odbioru, powodując zadziałanie zabezpieczeń nadnapięciowych.

Lokalizacja źródła zakłócenia w postaci zapadów napięcia, na zasilaniu podstawowym zakładu, z wykorzystaniem systemu monitoringu, może być bardzo szybka i prosta w realizacji. Rejestrowane przez system dane mogą stanowić mocny atut dla odbiorcy energii elektrycznej w sprawie dochodzenia ewentualnych roszczeń u dostawcy za poniesione straty w produkcji.

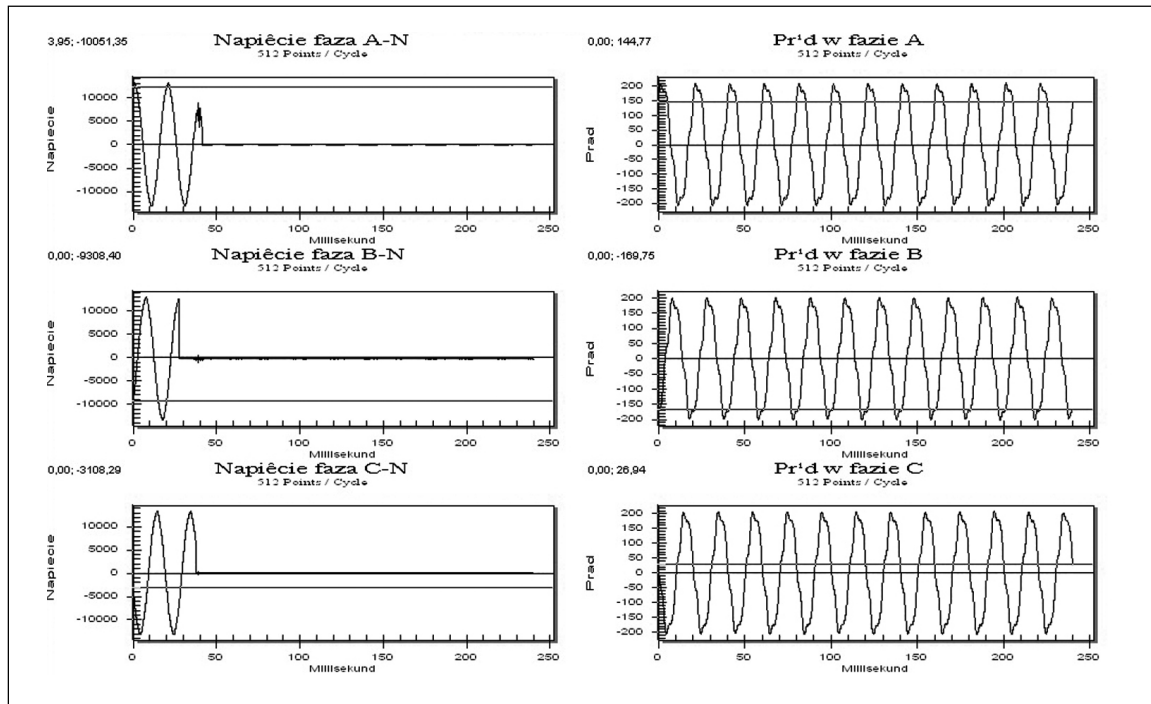
Na rysunku 7 zaprezentowane zostały przebiegi napięć i prądów fazowych zarejestrowane przez system w momencie całkowitego zaniku napięcia na linii zasilającej zakład. Zgodnie z normą PN-EN 50160:2002/AP1 *Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach rozdzielczych*

[7], krótka przerwa w zasilaniu to gwałtowne zmniejszenie się napięcia we wszystkich fazach sieci elektrycznej poniżej wartości progowej, zwykle poniżej 1% napięcia deklarowanego  $U_c$ , trwające nie dłużej niż 3 minuty.

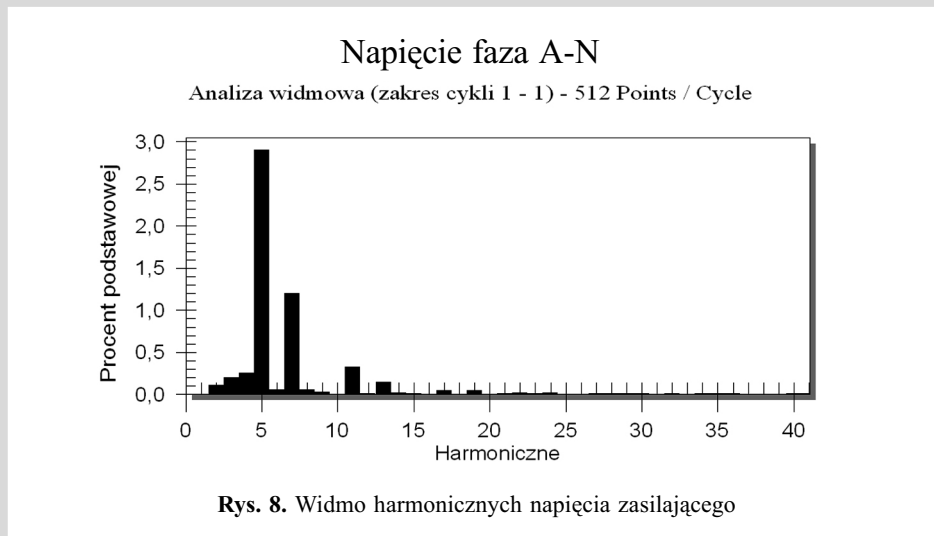
Zapady napięcia i krótkie przerwy w zasilaniu są zaburzeniami wymienianymi przez odbiorców przemysłowych jako główne źródła ich problemów związanych z jakością energii elektrycznej.

Niesinusoidalne przebiegi czasowe napięcia i prądu są spowodowane pracą odbiorników o nieliniowej charakterystyce w systemie elektroenergetycznym. Zaburzenia harmoniczne prowadzą do powstania prądów o wartości wyższej niż spodziewana i zawierają składowe harmoniczne. Do negatywnych skutków składowych harmonicznych można zaliczyć nadmierne grzanie się urządzeń i skrócenie czasu ich eksploatacji, niedokładne pomiary, przeciążenia kondensatorów, grzanie się przewodu neutralnego oraz obniżenie sprawność energetycznej urządzeń [2].

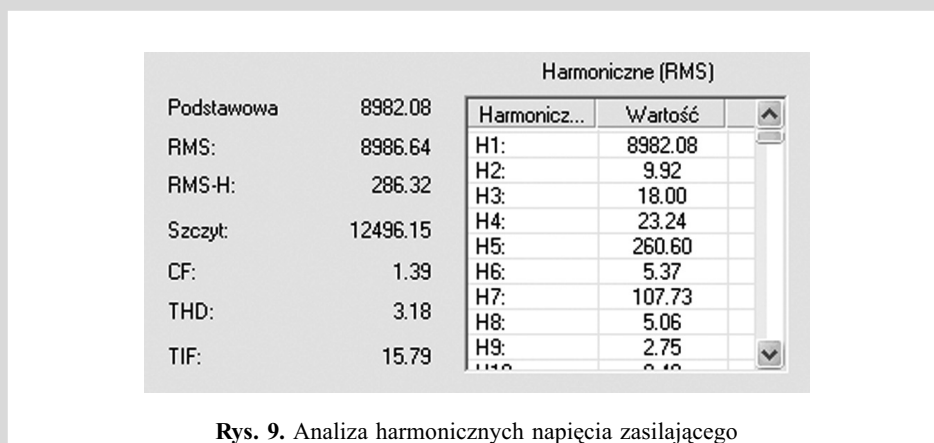
Na rysunku 8 zostało przedstawione widmo harmonicznych napięcia zasilającego, wygenerowane w stanie pracy normalnej przez omawiany system monitoringu. Analiza poszczególnych harmonicznych wskazuje na dominujący udział harmonicznych 5. i 7., a ich poziomy nie przekraczają zdefiniowanych w normie PN-EN 50160:2002/AP1 [7] wartości, odpowiednio 6% i 5%. Harmoniczne parzyste praktycznie nie występują, a pozostałe nieparzyste, powyżej częstotliwości 350 Hz, mają bardzo małą wartość. Poziom współczynnik zawartości harmonicznych THD (rys. 9) mieści się w normie, a jego wartość w znaczącym stopniu tworzona jest przez harmoniczne dominujące.



Rys. 7. Krótka przerwa w zasilaniu



Rys. 8. Widmo harmonicznych napięcia zasilającego



Rys. 9. Analiza harmonicznych napięcia zasilającego

#### 4. WNIOSKI

Poziom monitorowania sieci rozdzielczej oraz energii w przedsiębiorstwie zależy od tego, jakie konsekwencje może mieć jej awaria oraz jak jakość energii wpływa na pracę parku maszynowego. Zarówno monitorowanie infrastruktury elektroenergetycznej i parametrów energii elektrycznej, jak i zrozumienie skali i złożoności zagadnienia jakości energii elektrycznej mogą przyczynić się, w znacznym stopniu, do lokalizacji i neutralizacji jej wpływu na urządzenia i instalacje technologiczne przedsiębiorstwa.

Dobre zarządzanie energią może odbywać się tylko na podstawie dokładnych i rzetelnych danych oraz ich analizy. Dane pomiarowe, pozyskiwane ze specjalistycznych systemów monitoringu, stanowią najcenniejsze źródło informacji o problemach pojawiających się w sieci i ułatwiają ich rozwiązywanie [6].

#### Literatura

- [1] Chapman D.: *Wstęp do zagadnienia jakości zasilania*. Jakość zasilania – poradnik, Polskie Centrum Promocji Miedzi S.A., Wrocław, 2001
- [2] Hanzelka Z.: *Jakość dostaw energii elektrycznej wyzwaniem dla współczesnej elektrotechniki*. Elektroinfo, nr 12, 2006, 16–22
- [3] Hoske M.: *Monitoring zasilania w przedsiębiorstwie*. Control Engineering Polska, nr 6, 2006, 12–20
- [4] Olesz M.: *Jakość energii elektrycznej w obiekcie przemysłowym*. Inżynieria & Utrzymanie Ruchu Zakładów Przemysłowych, nr 10, 2006, 48–52
- [5] Smith J.: *Podstawy oprogramowania do zarządzania energią*. Inżynieria & Utrzymanie Ruchu Zakładów Przemysłowych, nr 6/I, 2004, 10–18
- [6] Smith J.: *Zarządzanie zasilaniem w energię*. Inżynieria & Utrzymanie Ruchu Zakładów Przemysłowych, nr 5/I, 2004, 12–18

- [7] PN-EN 50160: 2002/AP1 *Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach rozdzielczych*. Kwiecień 2005
- [8] PowerLogic Systems Solutions: *Justifying A Power Management System*. V5, I1, <http://www.powerlogic.com> – link aktualny na dzień 30.04.2007
- [9] PowerLogic Systems Solutions: *Power Quality—Where Did That Event Come From?* V7, I2, <http://www.powerlogic.com> – link aktualny na dzień 30.04.2007
- [10] ETNA: *Nowoczesne zarządzanie kosztami mediów energetycznych*. Wrocław, Materiały informacyjne firmy Winuel S.A., 2002
- [11] SMS: *System nadzoru sieci elektroenergetycznej SMS-1500*. Opis systemu firmy Schneider Electric Polska Sp. z o.o., 2005

Wpłynęło: 10.04.2007

Krzysztof PĘDZISZ



Urodził się 11 lutego 1980 roku w Myślenicach. Jest absolwentem Liceum Ogólnokształcącego im. Tadeusza Kościuszki w Myślenicach. W 2004 roku uzyskał dyplom na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, na kierunku elektrotechnika, w specjalności elektroenergetyka. Od 2004 roku do chwili obecnej kontynuuje naukę na studiach doktoranckich w zakresie elektrotechniki na Wydziale EAIiE AGH, równocześnie od grudnia 2004 roku jest zatrudniony w Tele-Fonika Kable S.A.

e-mail: [kszysztof.pedzisz@agh.edu.pl](mailto:kszysztof.pedzisz@agh.edu.pl)