

System bilansowania i rozliczania mediów energetycznych

Zakłady Azotowe Kędzierzyn należą do największych polskich przedsiębiorstw branży chemicznej. Łącznie z uruchomieniem pierwszych instalacji produkcyjnych w 1954 roku działalność rozpoczęła elektrociepłownia do dziś zasilająca Zakłady w energię elektryczną i ciepło. W 2005 roku podjęto decyzję o gruntownym

remontie systemu pomiarowo-rozliczeniowego funkcjonującego od połowy lat dziewięćdziesiątych, przy czym szczególny nacisk położono na wzrost niezawodności i dyspozycyjność danych, na podstawie których są rozliczani odbiorcy ciepła. Postępowanie przetargowe wygrała firma ASKOM z Gliwic. Całość przedsięwzięcia obejmującego opracowanie projektów, kompletację dostaw, prace montażowe, oprogramowanie i uruchomienie została wykonana od maja do listopada 2005 roku.

Geneza i zadania systemu

Jednostka Biznesowo-Usługowa Energetyka jako jednostka organizacyjna Zakładów Azotowych, w skład której wchodzi elektrociepłownia, sieci mediów energetycznych i elektroenergetycznych, a także cała gospodarka wodno-ściekowa Zakładów, eksploatowała od 1994 roku system pomiarowo-rozliczeniowy oparty na ówczesnie dostępnych rozwiązaniach. Dokonana w latach 2003 i 2004, w obliczu narastającej liczby usterek i trudności ich usuwania, szczegółowa ocena techniczna pracującego systemu pomiarowo-rozliczeniowego wskazała na pilną potrzebę remontu kapitalnego.

W listopadzie 2004 roku zdecydowano o wykonaniu remontu kapitalnego systemu polegającego na wymianie zasadniczych elementów: koncentratorów pomiarowych, serwera, magistral komunikacyjnych i terminali użytkowników.

Dla planowanego przedsięwzięcia określono następujące cele:

- ✘ przywrócenie sprawności technicznej systemu pomiarowo-rozliczeniowego, a w tym zapewnienie dostępu do pewnych i wiarygodnych danych do rozliczeń z odbiorcami oraz zarządzania mediami
- ✘ standaryzacja sprzętu i oprogramowania w celu zapewnienia dyspozycyjności systemu przez długi czas, niezależnie od pierwotnego dostawcy i wykonawcy

- ✘ zachowanie istniejącej infrastruktury obiektowej, w tym przetworników pomiarowych i czujników
- ✘ dostosowanie struktur danych do aktualnej organizacji Zakładów Azotowych Kędzierzyn
- ✘ spełnienie rosnących wymagań dotyczących rozliczeń oraz jakości dostarczanych mediów i energii
- ✘ zapewnienie elastyczności i otwartości umożliwiającej łatwą rozbudowę i modyfikację, zwłaszcza w obliczu zbliżających się zmian restrukturyzacyjnych Zakładu.

Z uwagi na ograniczony budżet zrezygnowano z objęcia systemem pomiarowo-rozliczeniowym sieci elektroenergetycznej, **zakresem przedsięwzięcia została objęta część dotycząca pomiarów mediów nieelektrycznych, tzn.:**

- ✘ produkcja i dystrybucja pary wodnej o różnych parametrach na potrzeby technologii chemicznych i celów grzewczych
- ✘ ciepła w wodzie grzewczej na potrzeby Zakładu oraz ogrzewania miasta Kędzierzyna Koźła, dla którego Zakłady są głównym dostawcą energii cieplnej
- ✘ wód: pitnej, przemysłowej, zdemineralizowanej i innej
- ✘ gazu koksowniczego, azotu bezpieczeństwa oraz powietrza dla instalacji AKPiA.



→ Wielkość systemu

Podstawowym wskaźnikiem określającym wielkość systemu cyfrowego jest ilość danych wprowadzanych z zewnątrz. Dla omawianego projektu liczby te kształtują się następująco:

Lp.	Charakterystyka	Ilość
1	Pomiary analogowe (łącznie z rezerwą)	712
2	Wielkości pomiarowe – systemy obce	214
3	Sygnalizacje dwustanowe	64
4	Wielkości wyliczane – strumienie masy i ciepła	320
5	Sumatory przepływu	320

Zważywszy, że każda wielkość analogowa jest opisana przez zespół parametrów: ● wartość, ● status, ● prąd (dla sygnałów 4...20 mA), ● cztery progi alarmowe, skutkuje to zarejestrowaniem w serwerze systemu ponad 10 000 zmiennych.

Struktura systemu

Przyjęta struktura i rozwiązania sprzętowe były wynikiem zarówno wymagań postawionych przez Zakłady, jak i lokalizacji poszczególnych obwodów pomiarowych. Zaproponowany został system rozproszony, składający się z 16 koncentratorów Beckhoff CX1000, do których zostały sprowadzone wszystkie pomiary oraz łącza komunikacyjne z systemami obcymi. O wyborze typu koncentratora zadecydowały poniższe walory techniczne:

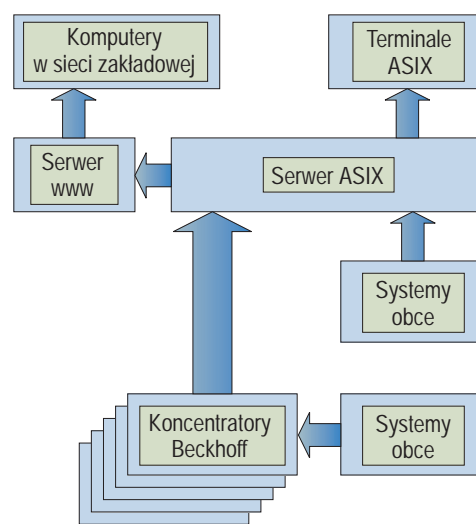
- ✘ dostępna pamięć danych ograniczona tylko wielkością wymiennej karty Flash (tu zastosowano kartę 128 MB)
- ✘ wyposażenie koncentratora w port Ethernet z obsługą standardowych protokołów
- ✘ komplet zacisków w układach wejść/wyjść, co eliminuje potrzebę stosowania listew pośredniczących
- ✘ możliwość łatwej rozbudowy aktualnej konfiguracji o następane moduły wejść/wyjść i porty komunikacyjne
- ✘ wygodne i dobrze udokumentowane narzędzia programowe TwinCat.

Koncentratory połączono ze sobą i z serwerem wydzieloną siecią Ethernet, przy czym w zależności od warunków terenowych wykorzystano łącza elektryczne, światłowodowe, bądź bezprzewodowe.

Wszystkie szafki, w których zainstalowano koncentratory zostały zasilone dwutorowo i wyposażone w pojemnościowe bufor zapewniające odpowiedni poziom napięcia 24 V DC na czas przełączeń linii zasilających. Wyeliminowało to jedną z częstszych przyczyn awarii poprzedniego systemu.

Konfiguracja serwera stanowiącego najważniejszy element systemu obejmuje macierz dyskową pracującą w systemie RAID oraz nadmiarowe zasilacze. Na pod-

kładzie systemu operacyjnego Windows 2003 Server zainstalowano bazę SQL oraz oprogramowanie wizualizacji ASIX, które stanowi interfejs użytkownika w systemie bilansowania i rozliczania mediów energetycznych. Dane o procesie pobierane z koncentratorów i innych źródeł są gromadzone w archiwum długoterminowym. Wywoływany automatycznie raz na dobę terminarz przelicza raporty i gromadzi je w postaci plików XLS oraz HTML na wydzielonej stacji. Raporty są dostępne z poziomu przeglądarki internetowej dla dowolnej liczby uprawnionych użytkowników na stanowiskach komputerowych w sieci zakładowej. Dziesięciu wybranych użytkowników, którzy korzystają z komputerów z zainstalowanym oprogramowaniem wizualizacji ASIX, ma dostęp do wszystkich zgromadzonych danych i do pełnego zakresu funkcjonalności systemu.



Schemat systemu

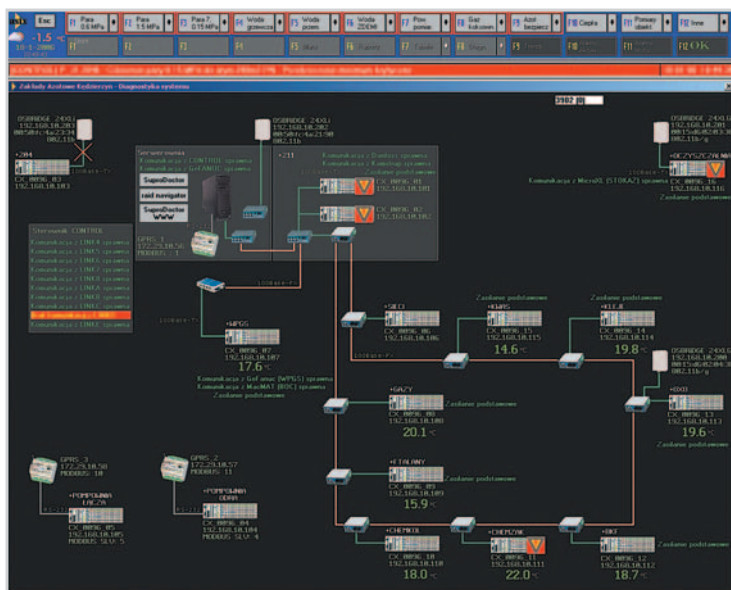
Akwizycja i transport danych

Dane zbierane z wejść analogowych koncentratorów CX1000 są wstępnie przetwarzane, to znaczy: jest sprawdzana ich poprawność, są przeliczane procedury korekcyjne, kontrolowane są przekroczenia progów alarmowych, liczone strumienie (wydatki) masy i ciepła. Z danych skorygowanych są tworzone agregaty – minutowe średnie i całki (liczniki). Operacje te są wykonywane w koncentratorach – wymogiem Zamawiającego było sprowadzenie do warstwy procesowej wszystkich procedur obliczeniowych aż do wyznaczenia średnich minutowych łącznie. Warstwie operatorskiej są udostępniane zarówno wartości chwilowe, jak i agregaty. Te pierwsze służą do bieżącej diagnostyki obwodów pomiarowych, drugie stanowią podstawę bilansów, zestawień i analiz. Obok wartości chwilowych grupa informacji diagnostycznych obejmuje też konfiguracje układu zasilania, stan poszczególnych urządzeń oraz sygnalizację otwarcia szafek koncentratorów, z których większość jest zainstalowana na estakadach poza budynkami.

Zgodnie z wymaganiami Zakładów agregaty są buforowane w koncentratorach przez okres co najmniej 7 dni – stąd dla dwustu pomiarów analogowych przyjęto, że minimalna dostępna w koncentratorze pamięć danych nie może być mniejsza niż 16 MB. Czas buforowania jest konsekwencją założenia, że wszelkie uszkodzenia sieci komunikacyjnych pomiędzy koncentratorem a serwerem zostaną usunięte w ciągu jednego tygodnia. Po powtórny nawiązaniu łączności serwer uzupełni brakujące dane, korzystając z bufora w koncentratorze. Na okoliczność gdyby awaria trwała dłużej, skrzynki koncentratorów są wyposażone w zewnętrzne gniazda RJ45 o odpowiednim stopniu ochrony, poprzez które archiwum może zostać skopiowane w terenie na dysk przenośnego komputera serwisowego (*tablet PC*). Po włączeniu komputera serwisowego do sieci Ethernet, w której pracuje serwer, brakujące w systemie dane zostaną samoczynnie przeniesione do archiwum długookresowego.

Sieci komunikacyjne

Podstawową strukturę w sieci łączącej koncentratory z serwerem ASIX stanowi pierścień światłowodowy. W ramach prac instalacyjnych zostało ułożone, głównie na estakadach, ponad 6 km światłowodu.



Ekran diagnostyczny – sieci komunikacyjne i statusy

Zastosowanie przełączników MOXA 405 w każdym węzle pierścienia zapewnia utrzymanie stabilnej komunikacji przy przerwaniu światłowodu w jednym miejscu. Dla dwóch lokalizacji poza pierścieniem, które okazały się trudno dostępne pod względem prowadzenia linii kablowych, zastosowano łącza radiowe (zgodnie z IEEE 802.11b/g). Natomiast koncentratory zainstalowane w pompowniach poza Zakładami komunikują się bezpośrednio z serwerem poprzez sieć telefonii komórkowej (GPRS).

Prezentowane zrzuty ekranów systemu wizualizacji obejmują dane liczbowe, które zostały zmienione na etapie edycji artykułu i nie odzwierciedlają realnego stanu obiektu.

Informacje z koncentratorów są przekazywane do systemu wg protokołu AMS TCP/IP zapewniającego lepszą funkcjonalność niż tradycyjnie proponowany przez producenta CX1000 protokół ADS. Tą samą siecią według protokołu SRTP serwer pobiera dane z opartego na sterowniku GE Fanuc systemu sterowania oczyszczalnią ścieków. Z rejonu kotłowni oraz maszynowni i węzła przygotowania wody informacje są przekazywane łączem szeregowym bezpośrednio do serwera ASIX.

Prezentacja danych

Informacje gromadzone w systemie są przedstawiane użytkownikowi w dwóch aspektach. Podstawowy obejmujący agregaty i wyliczane bilanse wpisuje się w zasadnicze zadania układu pomiarowo-rozliczeniowego. Drugi, którego nie było w poprzednim rozwiązaniu, udostępnia dane diagnostyczne: wartości chwilowe wyników



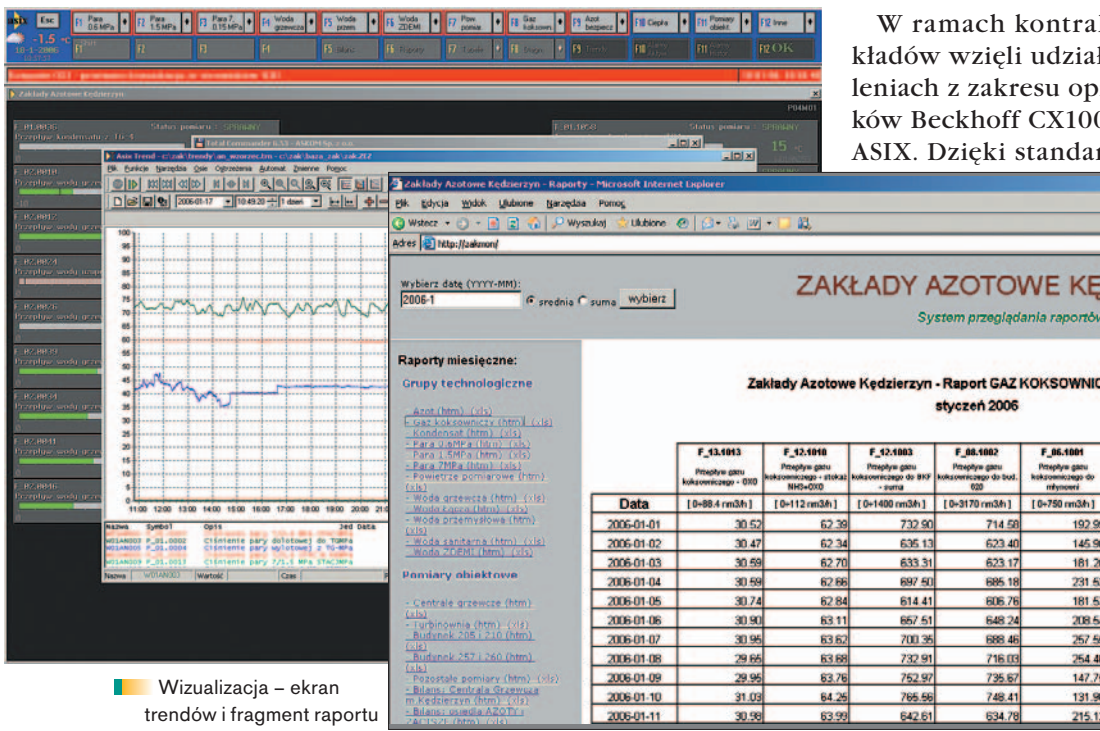
Metryka pomiaru

miarów, ich statusy oraz statusy poszczególnych koncentratorów i innych elementów systemu.

Zasadniczą formą prezentacji każdej danej jest miernik zintegrowany obejmujący: symbol, nazwę, wskaźnik liniowy, liczbową wartość i status. Zgrupowanie mierników według węzłów technologicznych i mediów na jednym ekranie pozwala operatorowi na szybkie zorientowanie się w stanie obiektu i lokalizację ewentualnych nieprawidłowości. Pełny przegląd informacji o pomiarze operator uzyskuje po rozwinięciu okienka metryki przedstawiającej wykres wartości chwilowych, liczniki i progi alarmowe. Metryka pomiarów pośrednich obejmuje także wskazania wielkości korygujących.

Szczególnie istotną dla użytkowników i często wykorzystywaną okazała się być prezentacja przebiegów czasowych w programie ASTrend. Możliwość dowolnego komponowania układu zmiennych, zapamiętywania najczęściej używanych zestawień oraz różnorodność dostępnych form wykresów zdecydowała o tym, że jest to dzisiaj podstawowe narzędzie analizy agregatów minutowych.

Bilanse miesięczne przedstawiane w postaci całek dobowych stanowią najistotniejszy, z punktu widzenia Zamawiającego, element systemu. Wszystkie raporty zdefiniowane na etapie projektowania na podstawie arkuszy formularzy są przeliczane raz na dobę, w nocy, po zamknięciu okresu obliczeniowego i składowane na wydzielonym, zewnętrznym serwerze. Dzięki temu są dostępne w ciągu dnia pracy praktycznie bez opóźnień, niezależnie od liczby użytkowników sięgających



Wizualizacja – ekran trendów i fragment raportu

W ramach kontraktu przedstawiciele Zakładów wzięli udział w podstawowych szkoleniach z zakresu oprogramowania sterowników Beckhoff CX1000 i systemu wizualizacji ASIX. Dzięki standaryzacji oprogramowania

oraz przejrzystości projektu modyfikacje już oddanego do eksploatacji systemu, spowodowane bądź włączaniem pomiarów nowych, bądź zmianą parametrów już istniejących, są przeprowadzane dziś siłami własnymi służb utrzymania ruchu.

→ po dane, a obsługa ich żądań nie obciąża serwera systemu.

Informacje bilansowe są udostępniane dwójako: w postaci tabel na stronie intranetowej oraz w postaci plików MS Excel. Drugie rozwiązanie umożliwia edycję i wykorzystywanie danych w programach zewnętrznych. Nietypowe zestawienia obejmujące dowolne zmienne przechowywane w systemie oraz ich podstawowe funkcje (na przykład wartości średnie, graniczne i całki) mogą być generowane i prezentowane w środowisku MS Excel na stacjach komputerowych wyposażonych w licencje ASIX terminal za pomocą prostych mechanizmów wbudowanych w funkcjonalność pakietu wizualizacji. Bardziej złożone obliczenia jak i zastosowanie wykresów MS Excel dla wartości pomiarów przekazywanych w czasie rzeczywistym są dostępne dla zaawansowanych użytkowników poprzez zastosowanie języka skryptów Visual Basic.

Standaryzacja rozwiązań

Spełniając postulaty standaryzacji, dla wszystkich koncentratorów zbudowano wspólną bibliotekę procedur obsługi pomiarów, buforów danych i komunikacji, przy czym zawartość modułów specyfikujących funkcjonowanie każdego urządzenia jest przenoszona z bazy danych systemu metodą kopiuj i wklej. Każdy koncentrator jest przygotowany programowo na obsługę 300 pomiarów, z czego 200 mogą stanowić sygnały włączane bezpośrednio do wejść analogowych. Każda wielkość rejestrowana w serwerze jest reprezentowana poprzez kilka obiektów typowych dla projektu. Wzajemne ułożenie obiektów i ich dystrybucja pomiędzy poszczególne ekrany związane z węzłami technologicznymi jest ustalana z poziomu arkusza kalkulacyjnego.

SYSTEM POMIAROWO-ROZLICZENIOWY jest istotnym ogniwem zarządzania energią oraz mediami. Dostarczając wiarygodnych danych, staje się źródłem istotnych i wymiernych korzyści poprzez:

- ✘ zlikwidowanie konieczności „uzgadniania” z odbiorcami wartości rozliczeniowych w przypadkach utraty danych. Jak wskazuje dotychczasowa praktyka, brak danych pomiarowych działa na niekorzyść dostawcy mediów. Straty z tego tytułu są tym większe im częściej dochodzi do usterek i związanej z tym utraty danych
- ✘ uporządkowanie informacji o stanie sieci dystrybucyjnej i produkcji mediów oraz rzetelne podejście do rozliczeń. Pozwala to na dyscyplinowanie odbiorców w zakresie dotychczas niekontrolowanych poborów mediów oraz strat. Po uruchomieniu systemu po remoncie szacuje się, że korzyści z tego tytułu sięgną kilku procent wartości strumienia mediów i energii
- ✘ udostępnienie w czasie rzeczywistym pełnych informacji, zwłaszcza o odległych rejonach sieci dystrybucyjnej, co pozwala szybko reagować na awarie i tą drogą zmniejszać powstałe szkody.

dr inż. Ryszard Boroń, ASKOM Sp. z o.o.
mgr inż. Roman Łotarewicz,
Jednostka Biznesowo-Usługowa Energetyka,
Zakłady Azotowe Kędzierzyn SA



ASKOM Sp. z o.o.
44-100 Gliwice, ul. Józefa Sowińskiego 13
tel. (032) 30 18 100, fax (032) 30 18 101
mail: office@askom.com.pl, www.askom.com.pl