

Jak kontrolować i bilansować zużycie mediów w produkcji w branży chemicznej?

Z wizytą w Grupie Azoty Puławy

Grupa Azoty Puławy to największe krajowe przedsiębiorstwo w branży wielkiej syntezy chemicznej. Jego asortyment obejmuje kilkadziesiąt typów produktów dla rolnictwa i wielu gałęzi przemysłu – m.in. tworzyw sztucznych, branży meblarskiej, konstrukcyjnej, sektora chemicznego oraz energetycznego. Na skutek konsolidacji podmiotów w branży chemicznej firma weszła w styczniu 2013 roku w skład Grupy Azoty. Przedstawiamy opis wykorzystywanego na terenie przedsiębiorstwa rozproszonego systemu monitoringu i bilansowania mediów, który w ostatnich latach przeszedł kompleksową modernizację oraz rozbudowę.

■ Jaka jest skala produkcji Grupy Azoty Puławy?

Puławskie zakłady są największym w Polsce i drugim w Unii Europejskiej wytwórców nawozów azotowych. To również trzeci w Unii Europejskiej i jedyny w kraju wytwórca melaminy oraz nadtlenu wodoru i wiodący dostawca saletry amonowej, mocznika i nowoczesnych formuł nawozowych. Każdego dnia na terenie zakładów ładowane jest ponad 270 samochodów i 150 wagonów kolejowych, zaś roczna produkcja to sumarycznie kilka milionów ton nawozów i środków chemicznych.

W tym roku zakłady świętowały półwiecze działalności – w czerwcu 1966 roku uruchomiono tutaj po raz

pierwszy produkcję amoniaku i mocznika. Później fabryka była wielokrotnie rozbudowywana w zakresie nowych instalacji oraz systemów zmniejszających uciążliwość przedsiębiorstwa dla środowiska naturalnego. Dzisiaj na 330 ha, bo taką powierzchnię mają zakłady w Puławach, pracuje około 3300 osób, zaś modernizacja i rozbudowa fabryki trwa właściwie cały czas.

■ Czym jest system ZAPSCADA i od kiedy jest on wykorzystywany? Jaka jest jego funkcjonalność?

Początki wykorzystania systemu wizualizacji zużycia mediów energetycznych w puławskich zakładach azo-





towych sięgają 30 lat wstecz, kiedy zdecydowano się na wdrożenie oprogramowania komputerowego tworzonego przez polską firmę. Dekadę później wykonano pierwszą migrację do systemu GE, a w ostatnich latach kolejną, związaną z dużą modernizacją.

ZAPSCADA to ogólnozakładowy system monitoringu i bilansowania mediów, który jest nadrzędny w stosunku do systemów sterowania. Nie służy on do kontroli procesów, ale pełni funkcje zbierania i przetwarzania informacji z systemów sterujących pracą instalacji zakładowych, bilansowania produkcji oraz jej raportowania. Jest on zintegrowany z przemysłowym archiwizatorem

danych zapisującym ponad 10 tys. zmiennych i stanowi w pewnym sensie połączenie poziomów automatyki oraz IT i zarządzania przedsiębiorstwem.

Podstawowa funkcjonalność systemu związana jest z monitorowaniem przebiegu procesów technologicznych. Dotyczy to nie tylko pojedynczych instalacji, ale też całych wydziałów oraz zakładów wchodzących w skład puławskiej fabryki, bowiem są one również współzależne od siebie. Przykładowo produkcja amoniaku wymaga korzystania z wody, powietrza i innych mediów (głównie metanu), a produkty wytwarzane przez Zakład Amoniak oraz Wydział Amoniak II wykorzystywane



Zakład Amoniak

W skład Zakładu Amoniak wchodzi jedna z pierwszych zakładowych instalacji do produkcji amoniaku, której zdolności produkcyjne wynoszą 2000 ton na dobę. Podobnie jak w przypadku drugiej instalacji produkcji amoniaku do sterowania wykorzystany jest system klasy DCS Emerson DeltaV. Każdy z ciągów produkcyjnych jest obsługiwany przez odrębną, redundantną stację procesową (kontroler), do której poprzez sieć Profibus podłączone są zdalne moduły. Sumarycznie wykorzystywanych jest 11 stacji procesowych oraz 16 stacji operatorskich, które bazują na komputerach rack firmy Dell.

System sterowania i wizualizacji umożliwia przeglądanie dowolnych danych historycznych oraz zdarzeń, zaś w przypadku samej instalacji możliwe jest korzystanie z protokołu HART w celu kontroli i kalibracji przetworników oraz konfiguracji pozycjonerów. W przypadku tych ostatnich zakład korzysta z produktów różnych marek – m.in. Rosemont, Yokogawa, Siemens i innych.

są jednocześnie przez inne zakłady oraz wydziały – do produkcji mocznika oraz saletry. Aby usprawnić te procesy, w różnych miejscach zakładu znajdują się terminale systemu ZAPSCADA, które zapewniają kierownikom zmiany i innym osobom wgląd w dane pochodzące z całej fabryki.

Druga, równie ważna funkcjonalność dotyczy bilansowania mediów i raportowania. Dane pochodzące z procesów – te bieżące i archiwalne – pozwalają technologom zarządzać produkcją, a także analizować trendy historyczne.

Wykorzystywany jest tutaj system raportowania zużycia mediów, gdzie podczas każdej zmiany trzy razy dziennie generowane są raporty dla Pionu Produkcji, Handlowego, a także Technologii i Rozwoju. Wchodzą one następnie w skład globalnych wskaźników produkcyjnych i na ich podstawie bilansowana jest produkcja zakładu.

System jest wreszcie bardzo przydatny dla zakładowej straży pożarnej, która ma zapewnioną pełną wizualizację instalacji ppoż. Dzisiaj w ramach SCADA zintegrowane są systemy ppoż. oraz detekcji gazów niebezpiecznych, które pełnią bardzo istotną funkcję w przypadku zakładów z tej branży. Do tych danych, podobnie jak informacji z rozproszonego systemu monitoringu ścieków, mają też naturalnie dostęp dyspozytorzy i inni pracownicy.

Warto podkreślić przydatność systemu monitoringu i bilansowania mediów w przypadku występowania sytuacji nietypowych, związanych z zaburzeniami produkcji, jak też awaryjnych. Pozwala to dyspozytorom i kierownikom zmiany na szybką lokalizację problemów i podejmowanie adekwatnych działań. Nawet w przypadku zaniku zasilania mogą oni ciągle obserwować wszystkie parametry instalacji zakładu oraz odstawianie się układów do stanu bezpiecznego. ZAPSCADA, dzięki wsparciu pracy dyspozytorów, ma również znaczący wpływ na obniżanie kosztów operacyjnych.

■ Jaka jest fizyczna struktura omawianego systemu?

Omawiany system to największe tego typu rozwiązanie wdrożone w kraju. Ma on rozproszoną architekturę sieciową i składa się z ponad 30 serwerów SCADA bezpośrednio komunikujących się z systemami sterowania i kontroli. Te ostatnie bazują zarówno na sterowaniu ciągłym ze sterownikami PLC, jak też na kontrolerach DCS od różnych dostawców. Serwery przechowują i aktualizują obiektowe bazy danych oraz udostępniają informacje w niej zawarte stacjom klienckim w sieci. Przetwarzają one na bieżąco około 40 tys. zmiennych.

W systemie jest też około 30 terminali operatorskich, które prezentują informacje pochodzące z serwerów SCADA. Operator każdego z nich ma swobodny dostęp do dowolnych zmiennych obiektowych oraz danych archiwalnych. Do tego dochodzi około 150 stanowisk analizy technologicznej z dostępem do danych i raportów.

■ W ostatnich latach przeprowadzona była duża modernizacja sprzętowo-programowa systemu – jakie były powody tych zmian?

Istniejący system w pewnym momencie zrobił się przestarzały i pojawiła się potrzeba jego modernizacji. Kończył się czas życia serwerów, które należało wymienić, a oprogramowanie działające już przez dwie dekady nie miało funkcji oczekiwanych od współczesnych systemów SCADA. W 2011 roku w warstwie wizualizacyjnej wykorzystywany był system FIX32, po stronie serwerowej zainstalowany był iFIX 3.5.

W owym czasie w zakładzie pojawiało się coraz więcej 64-bitowych systemów operacyjnych, które były o tyle problematyczne, że oprogramowanie wizualizacyjne wymagało korzystania z systemów 32-bitowych. Stara wizualizacja nie obsługiwała wyświetlania w rozdzielczości Full HD, która stała się standardem w przypadku nowoczesnych, większych terminali.

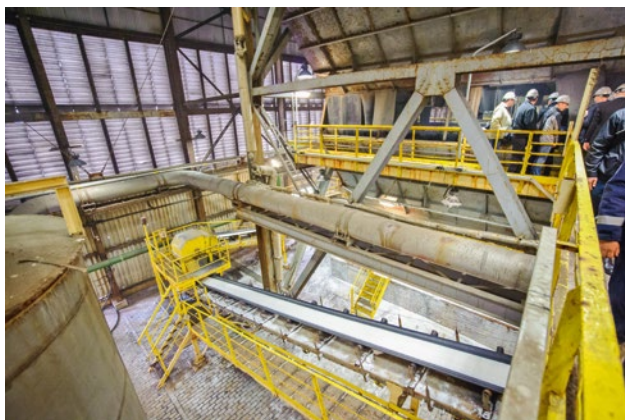
Najbardziej kłopotliwe były jednak wspomniane stanowiska analizy technologicznej. Było to około 150 komputerów z zainstalowanym oprogramowaniem do wizualizacji, które były rozproszone na terenie całego zakładu.



Amoniak II, wydział wchodzący w skład Zakładu Nawozów

Wykorzystywane są w nim trzy linie produkcyjne, każda o wydajności 500 ton na dobę, zaś za kontrolę procesów odpowiada system klasy DCS Emerson DeltaV. Głównymi surowcami do produkcji amoniaku są azot i wodór – ten pierwszy pozyskiwany jest ze sprężonego powietrza, zaś źródłem wodoru jest gaz ziemny. Produkcja jest wieloetapowa: najpierw wodór poddawany jest oczyszczaniu w katalizatorach oraz innym procesom, następnie trafia

do instalacji syntezy, gdzie pod ciśnieniem 30 MPa zachodzi jego reakcja z azotem. Skroplony amoniak przechowywany jest w zbiornikach kulistych po 1200 ton każdy, zakłady korzystają też z beczciennicowego stokażu amoniaku o pojemności 15 tys. ton. W trakcie procesu produkcyjnego jako produkt uboczny powstaje dwutlenek węgla, który jest istotnym składnikiem w produkcji mocznika, a także jest sprzedawany w postaci sprężonej.



Produkcja kwasu azotowego oraz saletry amonowej

Do produkcji saletry amonowej wykorzystywany jest kwas azotowy, który reaguje z amoniakiem, tworząc roztwór saletry amonowej. Ta ostatnia ma na pierwszym z etapów temperaturę około 180°C i wymaga odparowania wody. Stosowane są tutaj m.in. wyparki próżniowe, które zapewniają wzrost zażęcenia do poziomu powyżej 90%. Następnie produkt trafia do homogenizatorów, gdzie miesza się z nadziarnem i po-



dziarnem saletry, a także z roztworem azotanu amonu. Ten ostatni stabilizuje produkt końcowy, zmniejszając jego właściwości wybuchowe. W procesie ma również miejsce zażęcenie w wyparkach statycznych. W wieży granulacyjnej powstaje produkt o granulacji 1–1,2 mm, który jest następnie transportowany do sortowni i pakowni. Przed ostatnim z etapów ma miejsce jego natrysk preparatem antyzbrylającym.

Korzystali z nich i nadal korzystają kierownicy działów, technolodzy i inne osoby potrzebujące dostępu do informacji procesowych z różnych działów. Przed modernizacją każdy taki komputer musiał być wyposażony w klucz sprzętowy, dodatkowo podlegał on pod obszar IT, a nie administratorów systemów SCADA. Każda modyfikacja wiązała się z koniecznością wprowadzania zmian na każdym komputerze z osobna, przez co zarządzanie całością było wysoce problematyczne.

Do powyższego doszły zmiany w polityce bezpieczeństwa i konieczność okresowych zmian haseł dla komputerów. Te ostatnie w każdym z przypadków wymuszały zmiany haseł użytkowników również na serwerach. Gdy w 2013 puławskie zakłady weszły w skład Grupy Azoty, nastąpiły też zmiany w domenach, co spowodowało kolejne problemy organizacyjne.

Modernizacja zbiegła się z okresem rozbudowy fabryki o nowe instalacje. Puławskie zakłady zainwestowały m.in. w system odsiarczania spalin oraz budowę stoku amoniaku o pojemności 15 tys. ton. Pojawiły się też

kolejne węzły, które należało zintegrować z systemem SCADA, a także nowe dane do archiwizacji i parametry do bilansowania. Modernizowane były ponadto instalacje sterowania, gdzie przechodziło się z systemów tablicowych na rozwiązania komputerowe.

■ Na czym polegała rozbudowa systemu i jaki był jej przebieg?

Początkiem było stworzenie dokumentacji odtworzeniowej. W związku z powstaniem w zakładach nowych systemów konieczne było stworzenie dziesięciu nowych stacji serwerowych, ponadto do SCADA zostały włączone pewne istniejące instalacje ogólnozakładowe – m.in. system detekcji gazów niebezpiecznych. Wymagało stworzenia dodatkowych wizualizacji oraz naniesienia planów obrony na schematach SCADA całego zakładu.

Warto również wspomnieć o kwestiach monitorowania emisji ścieków oraz CO₂, za co również odpowiada system kontroli i nadzoru. Szczególnie krytyczny jest

Produkty Grupy Azoty wytwarzane w Puławach

Puławskie zakłady produkcyjne są największym w kraju producentem nawozów azotowych. Na potrzeby segmentu rolniczego firma wytwarza produkty takie jak m.in.: Pulan (saletrę amonową), Pulrea (mocznik), Pulsar (siarczan amonu), RSM (roztwór saletrzano-mocznikowy) oraz Pułaska (roztwór nawozu azotowego z siarką). Zdolności produkcyjne są bardzo duże – przykładowo dla mocznika wynosi około 1,2 mln ton rocznie, zaś dla saletry amonowej – około 1,1 mln ton rocznie.

W segmencie chemicznym zakład produkuje kilkanaście produktów, w tym melaminę (około 100 tys. ton

rocznie) i kaprolaktam ciekły oraz stały (75 tys. ton na rok), roztwory mocznika służące do redukcji tlenków azotu takie jak NO_x oraz Pulnox, a także dodatek do silników Diesla AdBlue. Do tego produkowane są: ciekły amoniak, kwas azotowy, ciekły dwutlenek węgla, suchy lód, sprężony wodór oraz nadtlenek wodoru i inne produkty.

Zakłady są też wytwórcą energii elektrycznej i ciepłej oraz pary technologicznej. Firma prowadzi również projekty badawczo-rozwojowe związane z rozwijaniem palety swoich produktów.

tu poziom emisji dwutlenku węgla i innych substancji w spalinach, bowiem zakłady są bardzo dużym odbiorcą gazu ziemnego i obowiązują je tu liczne przepisy oraz umowy.

O ile powyższy etap dotyczył rozbudowy systemu o nowe elementy, o tyle druga część modernizacji związana była z migracją oprogramowania z FIX32 do GE iFIX 5.5. Elementem tego procesu było stworzenie około 1300 nowych obrazów synoptycznych obejmujących rysunki instalacji, rysunki diagnostyczne, mapy, itd., a także około 1700 grup historycznych. Konieczne było też stworzenie nowej mechaniki aplikacji poprzez stworzenie skryptów. Te ostatnie zazwyczaj nie są złożonymi elementami, jednak w strukturze ZAPSCADA okazały się bardzo rozbudowane. Dodatkowo miały miejsce procesy standaryzacji samego systemu – w zakresie interfejsów, połączeń fizycznych i wykorzystywanych protokołów komunikacyjnych.

■ *Z jakimi wyzwaniami musieli zmierzyć się pracownicy zakładu i jakie były największe problemy do rozwiązania?*

Produkcja mocznika

Mocznik jest nawozem zawierającym bardzo dużo azotu. Chociaż jest on produkowany z amoniaku, cechuje się wysokim bezpieczeństwem pod względem wybuchowości. Jest on również stosowany jako dodatek do pasz oraz kosmetyków.

Proces produkcji ma charakter ciśnieniowy (około 150 atmosfer) i odbywa się w reaktorze, do którego doprowadzany jest ciekły amoniak oraz gazowy dwutlenek węgla. Zakłady korzystają z kompresora z silnikiem elektrycznym, który tłoczy ponad 50 ton CO₂ na godzinę. W efekcie procesu syntezy powstaje stop mocznika o stężeniu około 36%. Następnie wykorzystywane są strippery chemiczne oraz dwustopniowy układ zateżenia, a następnie układ głębokiego odparowania. Końcowy etap produkcji ma miejsce w wieży granulacyjnej z wibrogranulatorami, gdzie następuje również chłodzenie. W celu obniżenia temperatury o około 100°C wykorzystuje się powietrze, które przed powrotem do atmosfery jest oczyszczane. Instalacja została zmodernizowana w 2010 roku, obecnie cały wydział mocznika wytwarza dziennie około 3600 ton.



Wyzwaniem samym w sobie jest aktualizacja kilkudziesięciu serwerów wykorzystywanych w systemie o tej skali – i to bez zatrzymywania pracy lub przestoju instalacji. Jest to proces długotrwały, podczas którego konieczne jest zapewnienie pełnej funkcjonalności i spójności systemu. Z tych powodów dokonano tymczasowego zrównoleglenia pracy nowych i dotychczasowo używanych serwerów.

Jednym z głównych problemów była historyzacja i umożliwienie korzystania z różnych protokołów. W okresie przejściowym wykorzystywano dwie wersje oprogramowania, co wymusiło konieczność stworzenia rozwiązania pośredniego, umożliwiającego łączenie danych historycznych zapisywanych przez serwery.

Warto podkreślić, że w systemie o takiej złożoności bardzo istotnym zagadnieniem jest poprawna integracja komponentów oraz zapewnienie elastyczności późniejszych zmian. Dotyczy to nie tylko sterowania, ale też wymiany danych z wieloma innymi systemami – np. służącymi do pomiarów zużycia gazu i energii cieplnej, detekcji gazów niebezpiecznych czy różnymi urządzeniami telemetrycznymi – w tym nawet znajdującą się na terenie zakładu stacją meteorologiczną. Wszystko to jest zintegrowane z nadrzędnym systemem GE iFIX, który, co należy podkreślić, sprawdził się i od czasu wdrożenia pracuje stabilnie.

■ *Czy w ramach rozbudowy wdrożyliście również wizualizację webową, tj. z wykorzystaniem przeglądark internetowych?*





Wieża granulacyjna wydziału produkcji mocznika – ma ona 130 metrów wysokości i rozciąga się z niej widok na zakłady i pobliskie Puławy

Tak. Narastające problemy z utrzymywaniem infrastruktury sprawiły, że poszukiwano optymalnego rozwiązania dla struktur klienckich, które pozwoliłoby na łatwe zarządzanie nimi – najlepiej bez ingerencji w komputery biurowe. Stąd też logicznym krokiem było wdrożenie oprogramowania webowego. Zastosowano tutaj system GE Webpace, który jest zainstalowany na sześciu serwerach – oddzielnie dla każdego z zakładów. Serwery obsługują Zakłady Elektrociepłowni, Kaprolaktamu, Mocznika i Melaminy, Amoniak oraz Nawozów, do tego jest jeszcze jeden ogólnozakładowy. Zastosowano nowoczesne rozwiązanie wirtualizacji, wykorzystywane jest również ponad sto licencji dostępowych dla użytkowników.

■ *Jakie są, podsumowując, korzyści z wykonanej modernizacji? Jak ważne były w jej przypadku kwestie cyberbezpieczeństwa?*

Zagadnienia związane z bezpieczeństwem połączeń sieciowych, zabezpieczeniami serwerów i generalnie polityką bezpieczeństwa w zakładach z branży chemicznej są kluczowe. Tak jest też w tym przypadku – tym bardziej że wykorzystywany system SCADA współpracuje bezpośrednio z systemami sterowania. Stąd też stosuje się tunelowanie połączeń, jednokierunkową transmisję danych i inne zaawansowane rozwiązania bezpieczeń-

stwa. W praktyce chodzi o to, aby SCADA „nie wnikał” w systemy sterowania. W zakresie bezpieczeństwa realizowany jest też projekt rozbudowy zasilania buforowego dla infrastruktury sieciowej, istnieją również plany stworzenia oddzielnej sieci na potrzeby SCADA.

Dzięki modernizacji uległa poprawie jakość danych i przejrzystość wizualizacji przy jednoczesnym zwiększeniu niezawodności całego systemu oraz jego bezpieczeństwa. Wymiana danych procesowych pomiędzy instalacjami jest dzisiaj dużo łatwiejsza, podobnie jak obsługa całego systemu. Omawiana migracja nie jest procesem zakończonym – zakład cały czas rozbudowuje się, przez co również ciągle jest proces zmian w ZAPSCADA. Planowane inwestycyjne przedsięwzięcia obejmują również m.in. nową instalację granulacji mechanicznej i dalsze modernizacje istniejących linii produkcyjnych.

■ *Dziękuję za rozmowę.*

Zbigniew Piątek

Podziękowania dla przedstawicieli firmy VIX Automation, dystrybutora oprogramowania GE Digital i organizatora wizyty w Zakładach Azotowych „Puławy”. Miała ona miejsce w październiku 2016 roku podczas „IV Konferencji Użytkowników GE Digital”.