

N O T A   A P L I K A C Y J N A

ENERGETYKA

Systemy automatyki dla  
niskoemisyjnych kotłów węglowych

Dok. Nr PLPN001  
Wersja: 18-04-2006

**ASKOM®** to zastrzeżony znak firmy ASKOM Sp. z o. o., Gliwice. Inne występujące w tekście znaki firmowe bądź towarowe są zastrzeżonymi znakami ich właścicieli.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną lub inną powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

ASKOM Sp. z o. o. nie bierze żadnej odpowiedzialności za jakiegokolwiek szkody wynikłe z wykorzystywania zawartych w publikacji treści.

Copyright © 2005, ASKOM Sp. z o. o., Gliwice

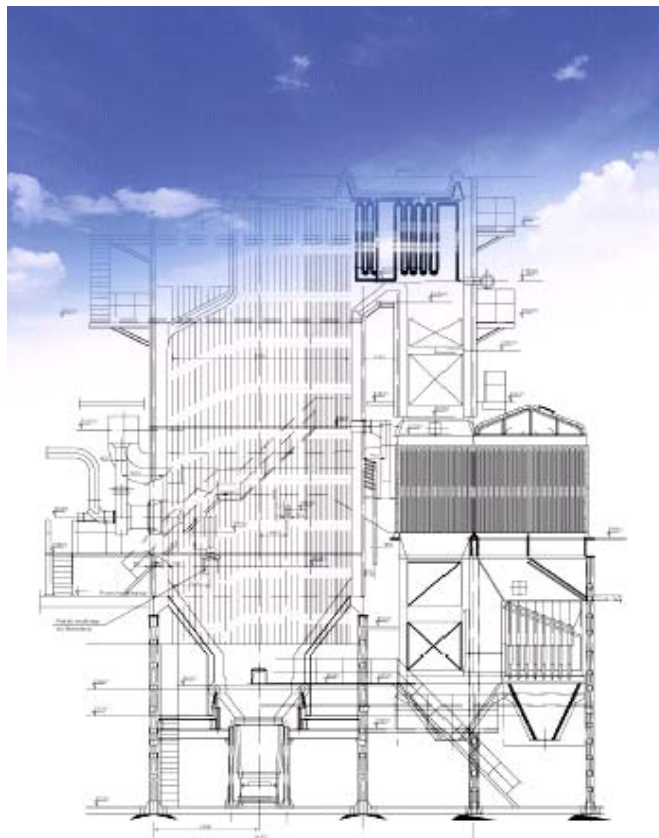


ASKOM Sp. z o. o., ul. Józefa Sowińskiego 13, 44-121 Gliwice,  
tel. +48 (0) 32 3018100, fax +48 (0) 32 3018101,  
<http://www.askom.com.pl>, e-mail: [office@askom.com.pl](mailto:office@askom.com.pl)

W latach 1994-2000 ASKOM uczestniczył w modernizacji ponad 20 kotłów energetycznych, przy czym znakomita większość przedsięwzięć związana była z obniżeniem emisji tlenków azotu do wymaganego normami poziomu. Narzucone nową technologią spalania wymagania dotyczące precyzyjnego prowadzenia procesu mogły zostać spełnione tylko poprzez zastosowanie najnowocześniejszych rozwiązań w dziedzinie automatyki.

### Obniżenie emisji NO<sub>x</sub> celem modernizacji kotłów

Stężenie tlenków azotu jest jednym z podstawowych mierzalnych parametrów spalin charakteryzujących ich toksyczność. Trwający obecnie proces integracji Polski z Unią Europejską niesie ze sobą konieczność dostosowania się do standardów europejskich również w dziedzinie ochrony środowiska naturalnego. Jednym z przepisów, które zgodnie z prawem unijnym muszą być wprowadzane w życie w państwach członkowskich jest Dyrektywa 82/884/EWG z 7 czerwca 1985 roku w sprawie norm jakości powietrza w odniesieniu do dwutlenku azotu. Od kilku lat przy istotnym poparciu Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej prowadzone są w polskiej energetyce inwestycje zmierzające do obniżenia emisji tlenków azotu. Współcześnie, z uwagi na rachunek ekonomiczny, dla redukcji emisji z kotłów węglowych stosuje się wyłącznie metody pierwotne polegające na ograniczeniu tworzenia tlenków azotu w komorze paleniskowej. Modernizacje kotłów zwykle pociągają za sobą potrzebę wykonania gruntownego remontu bądź wymiany młynów węglowych, wprowadzenia szczelnych ścian membranowych, montażu dysz OFA (overflow air), a przede wszystkim dla osiągnięcia zamierzonych efektów wymagają precyzyjnego prowadzenia procesu spalania. Właściwy dobór struktur i parametrów układów regulacji spalania w metodach pierwotnych jest nader istotny z uwagi na towarzyszące zwykle tym modernizacjom pogorszenie stopnia wypalenia paliwa i obniżenie temperatury spalin w rejonie przegrzewaczy pary.



### Udział firmy ASKOM w automatyzacji kotłów energetycznych

ASKOM od 1994 roku uczestniczy w remontach kotłów energetycznych, których celem jest obniżenie emisji NO<sub>x</sub> do określonego przepisami poziomu. W tab.1 wymieniono obiekty modernizowane przy współdziałaniu firmy ASKOM. Większość kontraktów obejmowało kompleksową dostawę systemu automatyki dla kotła, począwszy od projektów poprzez dostawy aparatury polowej i sterowników, montaż obiektowy i rozruch, aż do ruchu próbnego instalacji. Dostawcami technologii niskoemisyjnej i know-how przytoczonych projektów była warszawska firma ECOENERGIA (poz. 1 do 6 i 8 do 13) oraz RaFaKo Racibórz (poz. 7).

Platforma sprzętowa, na której realizowane są systemy sterowania ewoluowała z biegiem czasu. W latach dziewięćdziesiątych był to SIMATIC S5, a od 3 lat w projektach firmy ASKOM stosowany jest nowy produkt SIEMENS'a – SIMATIC S7. Wybór rodziny sterowników nie jest przypadkowy - zarówno SIMATIC S7 jak i jego poprzedniki są przez producenta wyposażone w bogate oprogramowanie narzędziowe wspomagające projektowanie i uruchamianie układów regulacji. Biblioteki obejmują między innymi moduły dynamiki, algorytmy PID oraz bloki logiki rozmytej. Stosowanie firmowego, szczegółowo

udokumentowanego oprogramowania znakomicie ułatwia użytkownikowi konserwację systemu i jego modyfikację, zwłaszcza po kilku latach od wdrożenia.

**Tabela 1. Wykaz kotłów zmodernizowanych przy współudziale firmy ASKOM w latach 1994 do 2001; symbolem \* oznaczono remonty w trakcie realizacji.**

	Miejscowość	Zakład	Kocioł	Realizacja
1	Białystok	Elektrociepłownia	OP-230 nr 7	1994
2	Tychy	Elektrociepłownia	WP-120 nr 4	1995
3	Poznań	EC Karolin	OP-140 nr 1	1995
4	Poznań	EC Karolin	OP-140 nr 2	1996
5	Katowice	Elektrociepłownia	WP-200 nr 2	1996
6	Janikowo	JZS Janikosoda S.A.	OP-140 nr 4	1997
7	Białystok	Elektrociepłownia	OP-140 nr 5 i 6	1998
8	Janikowo	JZS Janikosoda S.A.	OP-140 nr 5	1998
9	Kraków	Huta im T. Sendzimira	OP-230 nr 8	1999
10	Kwidzyn	IP Kwidzyn	OP-140 nr 4	1999
11	Kwidzyn	IP Kwidzyn	OP-140 nr 1	2000
12	Janikowo	JZS Janikosoda S.A	CTKi-75 nr 2	2000
13	Elbląg	Elektrociepłownia	OP-130 nr 7	2001*
14	Janikowo	JZS Janikosoda S.A	CTKi-75 nr 1 i 3	2001*

Dla stacji operatorskich standardowo proponowany jest pakiet wizualizacji **asix**. Jest to autorskie oprogramowanie opracowane i rozwijane w firmie ASKOM od 1994 roku na potrzeby krajowego rynku systemów automatyki. Dzisiaj jest to w pełni dojrzały produkt dostępny handlowo także poprzez grupę firm – integratorów, a łączna ilość sprzedanych licencji przekracza 900. W przedstawianych systemach sterownik zwykle łączony jest ze stacjami operatorskimi siecią Profibus.

Na wybór urządzeń i oprogramowania stanowiących rdzeń systemu sterowania znaczny wpływ mają także preferencje i opinie inwestorów – stąd w liście referencyjnej ASKOM'u dotyczącej modernizacji kotłów można znaleźć pozycje obejmujące także sterowniki GE Fanuc (EC Elbląg) i oprogramowanie wizualizacji iFIX (IP Kwidzyn, EC Elbląg).

## Struktura systemu sterowania kotłem

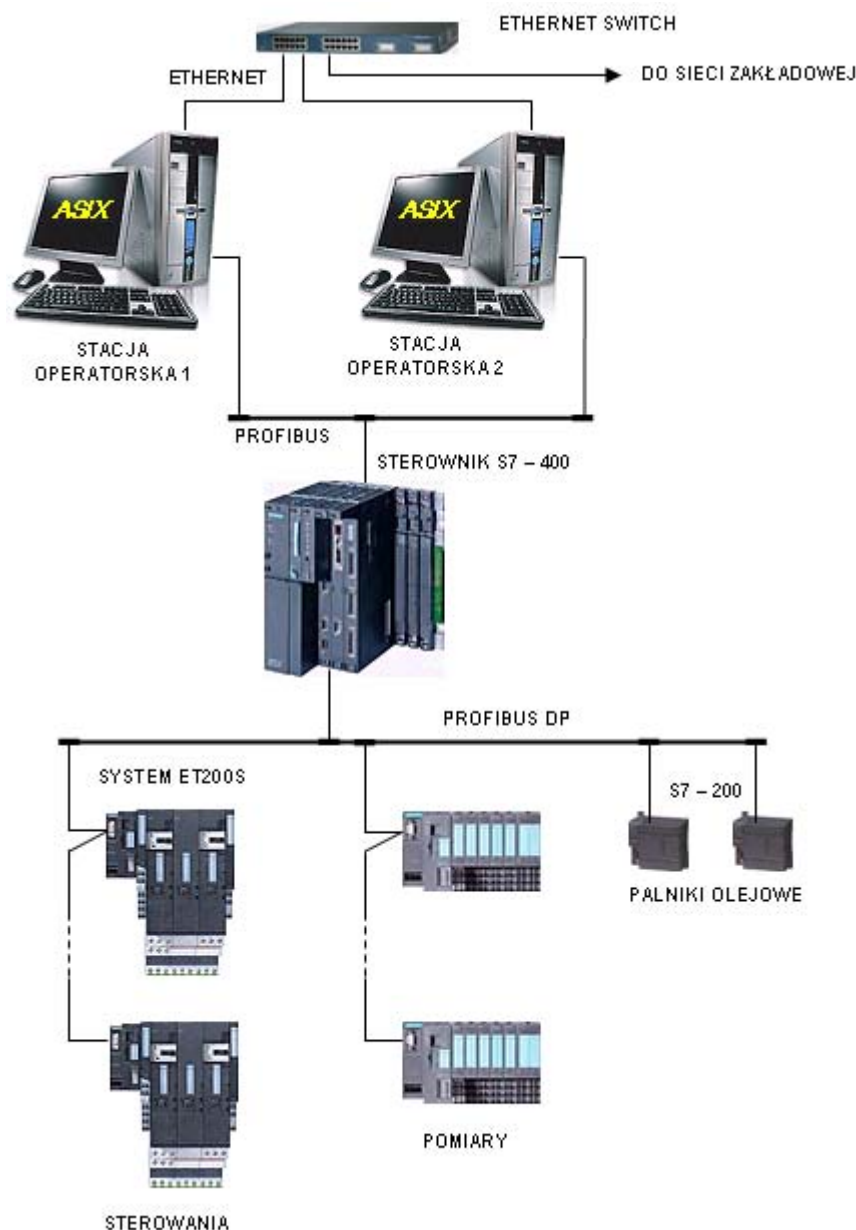
Typową strukturę układu sterowania dla kotła proponowaną w ofertach firmy ASKOM przedstawiono na rysunku 1.

Warstwa operatorska składa się z 2 redundantnych stacji komputerowych połączonych poprzez sieć Profibus ze stacją procesową.

Stacje komputerowe wraz z zainstalowanym oprogramowaniem wizualizacji **asix** stanowią tzw. interfejs operatora pełniąc dodatkowo układami wejść/wyjść w konfiguracji scentralizowanej lub rozproszonej.

Na rysunku pokazano system rozproszony złożony ze sterownika SIMATIC S7-400 komunikującego się z obiektem poprzez układy wejść/wyjść typu ET200S firmy SIEMENS.

Zespoły palników olejowych obsługiwane są przez niezależne sterowniki S7-200, których zadaniem jest realizacja sekwencji rozpalania i odstawiania palników zgodnie z zadanym algorytmem. Wydzielenie logiki palników olejowych z głównego sterownika zapewnia bezpieczną pracę instalacji rozpałkowej niezależnie od stanu systemu sterowania kotłem i sprawności sieci komunikacyjnych.



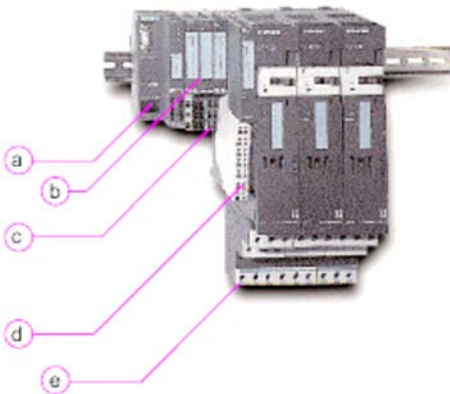
Rysunek 1. Konfiguracja systemu sterowania.

## Standard ET200S

**ET200S** to zbiór 2-kanalowych modułów wejść/wyjść, które odpowiednio pogrupowane, razem z modułem interfejsu (patrz rys.2.) stanowią węzeł sieci Profibus DP. Poszczególne węzły można konfigurować zgodnie z wymaganiami projektowymi łącząc ze sobą do 64 modułów. Grupy potencjałowe wewnątrz węzła tworzone są przez zastosowanie modułów zasilających.

Każdy moduł należący do grupy ET200S składa się z 2 rozłączalnych elementów: podstawy z magistralą wewnętrzną i zaciskami obiektowymi oraz z zespołu elektroniki. Umożliwia to, w razie uszkodzenia, szybką wymianę zespołu elektroniki „pod napięciem” bez przerywania pracy systemu i zmiany połączeń elektrycznych.

SIEMENS nie jest jedynym producentem elementów dla sieci Profibus DP, natomiast spośród licznej rodziny produktów dostępnych w tym standardzie ET200S wyróżnia się możliwością przyłączenia trójfazowego napędu elektrycznego małej mocy (do 5 kW) bezpośrednio do tzw. modułu silnikowego. Moduły silnikowe, podobnie jak sygnałowe składają się z 2 rozłączalnych elementów, przy czym zespół elektroniki obejmuje wyłącznik silnikowy oraz jeden (dla napędów jednokierunkowych) lub dwa (dla napędów nawrotnych) styczniki. Informacje o załączeniu stycznika i zadziałaniu wyłącznika silnikowego są dostępne w sterowniku jako „wewnętrzne” wejścia dwustanowe modułu. W modernizacjach kotłów moduły silnikowe wykorzystywane są do zasilania i sterowania napędów regulacyjnych a także napędów zasuw i zdmuchiwaczy sadzy.



**Rysunek 2. Elementy standardu ET200S**

- a - moduł interfejsu**
- b - zespół elektroniki modułu sygnałowego**
- c - podstawka modułu sygnałowego**
- d - moduł zasilający**
- e - moduł silnikowy**

## Sterownik warstwy procesowej

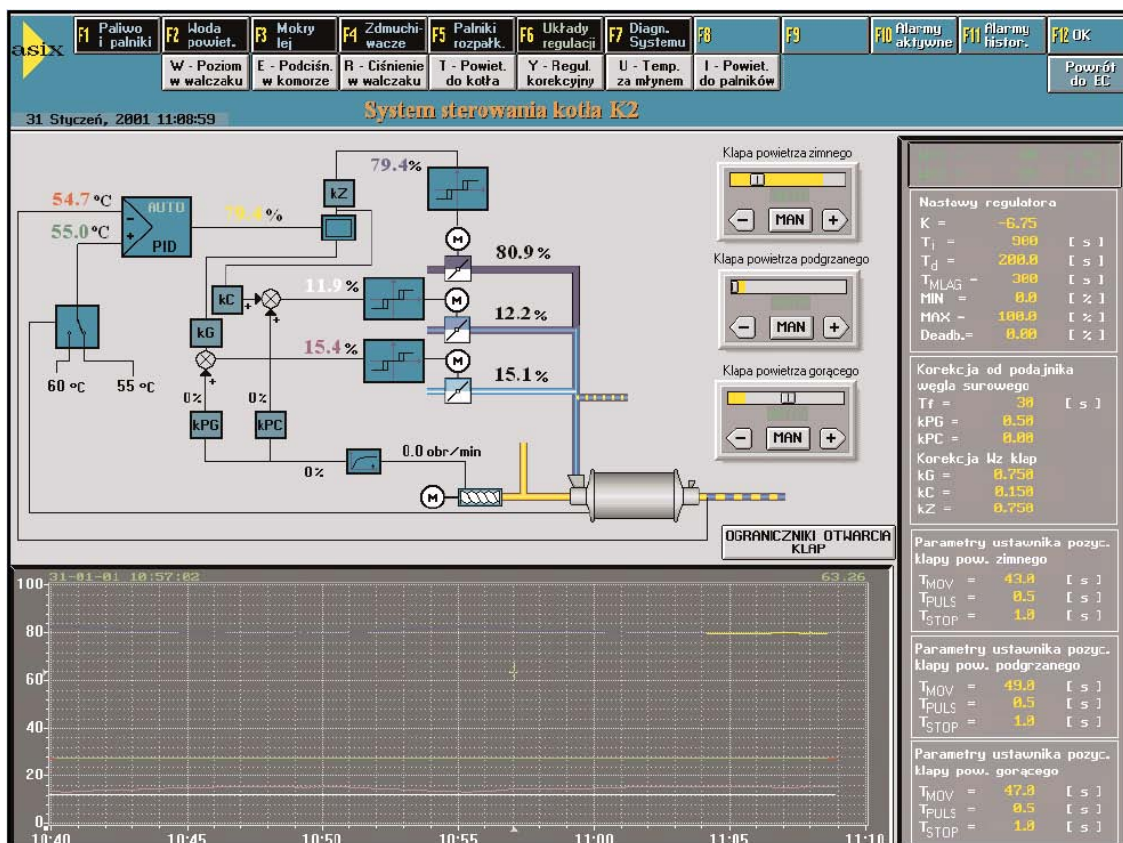
Sercem warstwy procesowej jest sterownik S7-400. Procesor centralny sprawdza między innymi poprawność pomiarów analogowych, przelicza procedury korekcji i algorytmy regulacji oraz aktualizuje parametry modeli poszczególnych węzłów technologicznych.

Podstawową wielkością wpływającą na emisję jest przepływ powietrza do kotła. Parametr ten jest wyznaczany w zależności od aktualnej wydajności młynów węglowych oraz wyników analizy spalin. Złożone procedury regulacji składają się z pętli nadążnych odpowiedzialnych za stabilizację przepływu na określonym poziomie oraz układów korekcyjnych modyfikujących wartości zadane i parametry procedur w zależności od koncentracji tlenu i dwutlenku węgla mierzonych przed podgrzewaczem powietrza.

Dla zachowania emisji w dopuszczalnych granicach wystarczającym jest ustabilizowanie toru powietrze – paliwo – spaliny, lecz najczęściej gruntownej odnowie podlega całość systemu automatyki, w tym również ciąg woda-para. Nowymi układami regulacji objęty zostaje zatem także poziom wody w walczaku oraz ciśnienie i temperatura pary za kotłem.

Rys. 3. przedstawia typową dla aplikacji projektowanych przez firmę ASKOM, podzieloną graficznie na 4 części maskę układu regulacji. Fragment górny stanowi menu o strukturze jednolitej w obrębie całej wizualizacji. Część centralną zajmuje obraz struktury z aktualnymi wartościami zmiennych istotnych dla analizy działania i strojenia układu, przy czym krótkookresowe trendy tych zmiennych wyświetlane są poniżej. Prawa strona ekranu zawiera wykaz wszystkich parametrów, poprzez które automatyk może wpływać na funkcjonowanie układu regulacji. Tym sposobem na jednym ekranie umieszczono komplet informacji o stanie układu i udostępniono narzędzia do jego modyfikacji. Dla zapewnienia bezpieczeństwa systemu możliwość wprowadzania zmian parametrów jest zastrzeżona hasłem.





Rysunek 3. Maska układu regulacji temperatury mieszanki pyłopowietrznej za młynem.

## System wizualizacji

Wizualizacja jest tym składnikiem systemów sterowania, który najszybciej poddawany jest ocenie bezpośredniego użytkownika. Technika sterowania obiektem po modernizacji jest najczęściej dla operatorów zupełnie nowym doświadczeniem. Z pulpitu znikają sterowniki napędów, stacyjki, wskaźniki i kasy sygnalizacyjne, a w ich miejscu zainstalowane zostają monitory, klawiatury i „myszki”. Nowa sytuacja stanowi stres dla bezpośredniej obsługi, co dodatkowo utrudnia sprawne prowadzenie obiektu w pierwszym okresie po uruchomieniu. Receptą firmy ASKOM na szybkie wdrożenie operatorów do pracy w nowych warunkach jest, poza szkoleniem, udostępnienie obsłudze jednej stacji operatorskiej już w początkowej fazie instalacji systemu. Po 2 tygodniach poznawania systemu operatorzy przejmują zarządzanie obiektem w nowym układzie praktycznie „z biegu”.

Podstawowym zadaniem oprogramowania wizualizacji jest udostępnianie informacji o stanie obiektu i przekazywanie poleceń operatora do sterownika. Informacje o procesie muszą obejmować wskaźniki aktualne jak i dane archiwalne. System powinien także ostrzegać o przekroczeniach parametrów dopuszczalnych i zgłaszać stany awaryjne. Czas odświeżania ekranów i reakcji na działania obsługi nie może wprowadzać znaczących opóźnień pomiędzy zaistnieniem zdarzenia a wykonaniem akcji na obiekcie. Wiele współcześnie dostępnych pakietów wizualizacji spełnia powyższe warunki, jednakże **asix** wyróżniają cechy istotne, a niezbyt powszechne na rynku pakietów SCADA. Jedną z takich cech jest możliwość skonfigurowania systemu do pracy w gorącej rezerwie.

## Tryb gorącej rezerwy

W modernizacjach automatyki kotłów, kiedy monitor i klawiatura stają się jedynymi narzędziami kontroli obiektu, od którego poprawnego funkcjonowania zależy nieraz produkcja zakładu, w projektach firmy ASKOM proponowane są co najmniej 2 stacje operatorskie pracujące w gorącej rezerwie. Dla skonfigurowania systemu komputerowego z **asix**'em do pracy w gorącej rezerwie należy przyjąć, że:

- obie stacje posiadają identyczną bazę sprzętową i programową,
- każda ze stacji wyposażona jest w interfejs do sieci procesowej (tu: Profibus),
- na każdej stacji funkcjonuje pełna wizualizacja,
- stacje połączone są siecią operatorską (tu: Ethernet).

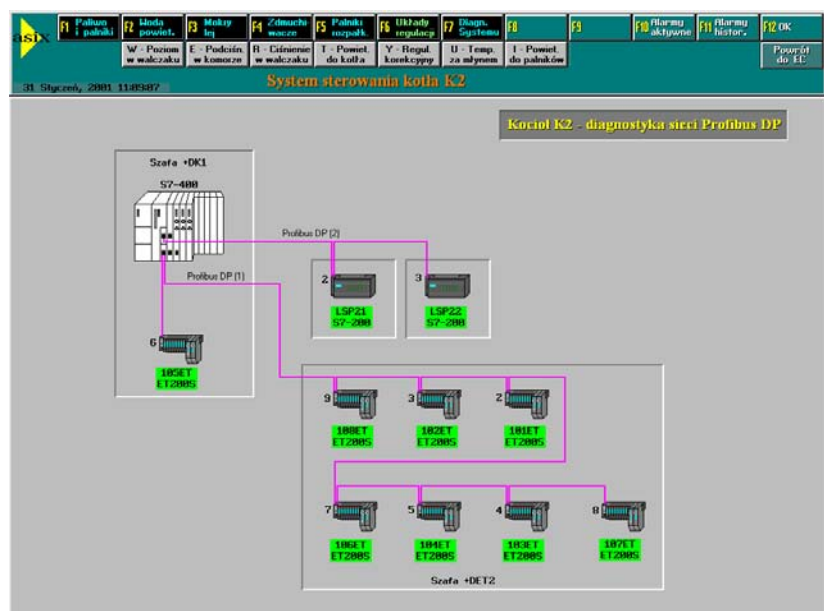
Przez spełnienie powyższych warunków osiągnęte jest zdecydowane podniesienie niezawodności i funkcjonalności systemu operatorskiego, a mianowicie:

- każda ze stacji wyposażona zostaje w 2 kanały, poprzez które może komunikować się ze sterownikiem: bezpośredni (Profibus) i pośredni (via sąsiednia stacja i jej łącze Profibus),
- obie stacje operatorskie posiadają zawsze spójne archiwa i dzienniki alarmów,
- alarmy można potwierdzać, wykluczać lub filtrować globalnie z dowolnej stacji operatorskiej,
- awaria któregośkolwiek komputera lub łącza komunikacyjnego nie powoduje utraty kontroli nad obiektem,
- po usunięciu usterki uruchomiony komputer wyrównuje samoczynnie swoje zasoby (archiwa i dzienniki alarmów) korzystając z sąsiedniej stacji,
- zapewniona zostaje ciągłość pracy zdalnych terminali: po wyłączeniu jednej ze stacji, terminale automatycznie przełączają się na drugą stację jako źródło danych o obiekcie.

Praca w trybie gorącej rezerwy nie wymaga zakupu żadnych dodatkowych opcji programowych, jest jedynie kwestią odpowiedniego sparametryzowania plików konfiguracyjnych systemu wizualizacji **asix**.

## Diagnostyka

Współczesne systemy sterowania dysponują różnorodnymi środkami dla diagnostyki uszkodzeń w obwodach zewnętrznych. Umiejętne wykorzystanie tych narzędzi zwiększa dyspozycyjność i znacznie skraca czas postojów awaryjnych obiektu. Do najczęściej występujących awarii można zaliczyć przerwanie ciągłości toru pomiarowego bądź uszkodzenie przetwornika sygnalizowane przekroczeniem dopuszczalnych wartości sygnału mierzonego. System wizualizacji sygnalizuje zdarzenie sygnałem dźwiękowym i pojawiającym się na ekranie tekstem alarmu. Liczba, lub inny obiekt skojarzony na masce z niesprawnym pomiarem zmienia swój kolor. Jest to rozwiązanie standardowe, powszechnie spotykane we współczesnych systemach wizualizacji. Rozwiązania proponowane przez ASKOM sięgają o krok dalej: aby uniknąć konieczności przeglądania dokumentacji AKPiA i wyszukiwania informacji potrzebnych dyżurnemu automatykowi, do wizualizacji włączone zostały ekrany diagnostyczne.



Rysunek 4. Główna maska diagnostyczna.



Główna maska diagnostyczna (rys.4.) obejmuje całą strukturę warstwy procesowej. Ikona węzła sieci, lub ogólnie sterownika, w obrębie którego wystąpiło uszkodzenie zmienia swoją barwę na czerwoną. Za pomocą myszki automatycznie przełącza wizualizację na mapę węzła (Rys 5.). Rysunek umieszczony na masce diagnostycznej realistycznie przedstawia wszystkie moduły węzła. Po wskazaniu kursorem modułu sygnalizującego czerwoną diodą awarię, w dolnej części ekranu wyświetlana jest tabela obejmująca szczegółowe dane obwodu pomiarowego włącznie z adresami zacisków.

31 Styczeń, 2001 11:09:24

**System sterowania kotła K2**

Kocioł nr 2 - diagnostyka pola 101ET

Część 1 | Część 2

Nazwa .....: 101ET      Protokół transmisji i prędkość ....: PROFIBUS-DP, 1.5Mb/s  
 Adres sieciowy .....: 2      Terminator sieci DP .....: wyłączony  
 Lokalizacja .....: szafa +DET2

Kanał	Sygnal	Adres	Pomiar	Jedn.	Zakres	Status kanału
1	K2130 GI Kłapa powietrza pierw. do palnika 1	PQW516			4÷20mA	OK
2	K2131 GI Kłapa powietrza pierw. do palnika 2	PQW518			4÷20mA	OK

Rysunek 5. Maska diagnostyczna węzła ET200S.

## ASKOM, czyli niezawodne systemy automatyki

Ostateczny efekt modernizacji kotła, poza oczywistymi warunkami takimi jak szczelność komory paleniskowej czy jakość przemiału młynów węglowych, w dużej mierze zależy od „trafności” zastosowanych algorytmów regulacji i biegłości aplikujących je programistów. Bliski kontakt z technologami, wieloletnie doświadczenie oraz „wycucie obiektu” pozwalają inżynierom firmy ASKOM osiągać zamierzone rezultaty nawet na trudnych obiektach. To dzięki ich wiedzy i rzetelnej pracy znaczeniem słowa niezawodny można dzisiaj określić nie tylko systemy automatyki, które uruchomili, ale też firmę, którą tworzą.