

# Systemy nadzoru i sterowania baterii koksowniczych



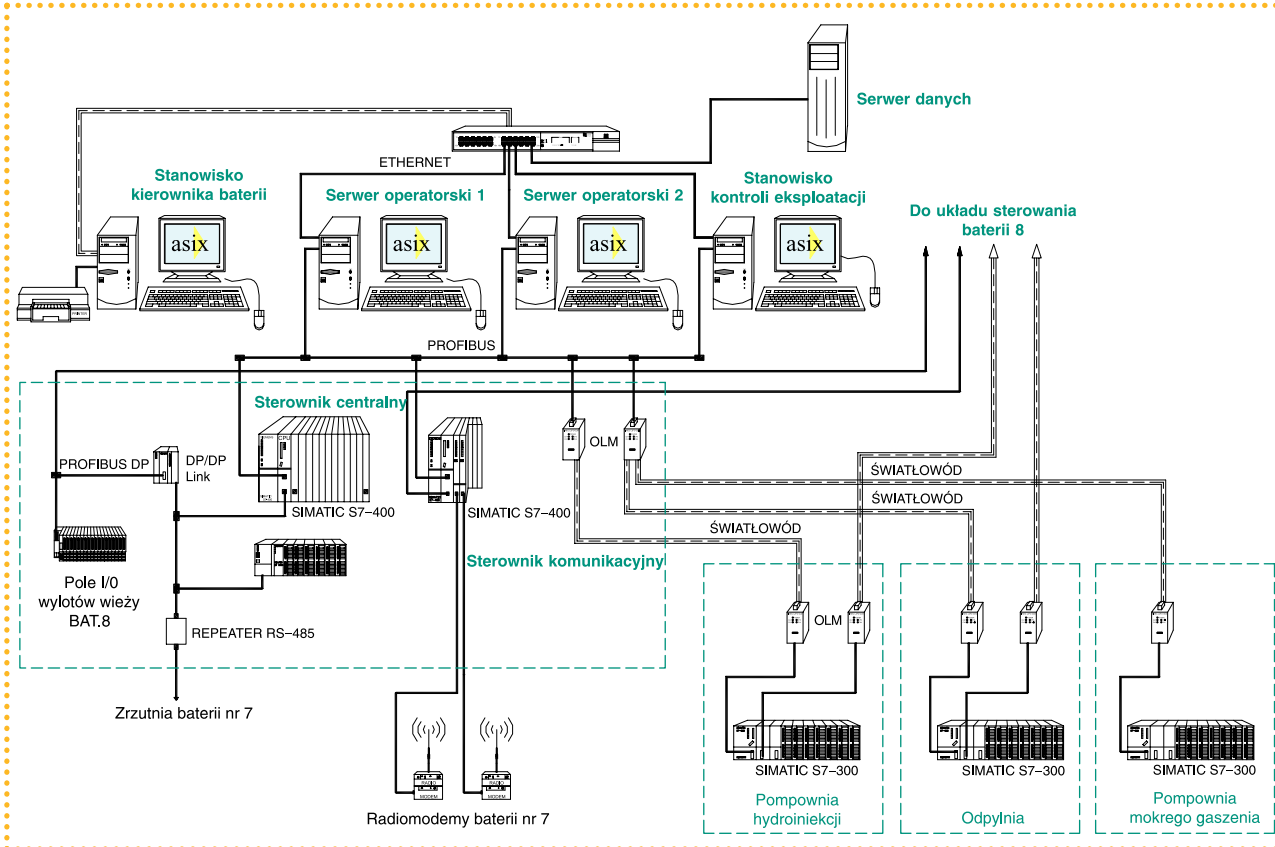
Zakłady Koksownicze Zdzeszowice należą do największych tego typu przedsiębiorstw w Europie. Corocznie wytwarza się tu ponad 4 mln ton koksu wobec 30 wyprodukowanych w 2003 roku w krajach Unii Europejskiej. W latach 2002–2004 gruntownej modernizacji poddano, a w zasadzie wybudowano od nowa, baterie o numerach 7 i 8.

Modernizacji technologicznej towarzyszyło zaprojektowanie i wdrożenie przez firmę ASKOM nowoczesnych systemów automatyki nie tylko nadzorujących produkcję, ale także umożliwiających wprowadzenie procedur sterowania nadrzędnego, którego celem jest optymalizacja procesu opalania.

## Technologia produkcji koksu

Koksowanie polega na odgazowaniu w temperaturze ok. 1000 °C drobno zmielonych mieszanek węgla koksujących, czyli mających zdolność spiekania. Proces przebiega w piecach koksowniczych, tj. ceramicznych komorach rozdzielonych ścianami grzewczymi. Zespół komór wraz z osprzętem stanowi baterię koksowniczą, która wyposażona jest w odpowiedni komplet obsługujących je maszyn piecowych. Obiektami towarzyszącymi

bateriom są: wieże węgla, układy chłodzenia koksu, zrzutnie i sortownie koksu umożliwiające transport technologiczny i rozdzielanie produktu na frakcje o określonej granulacji. Powstający w procesie koksowania surowy gaz koksowniczy jest oczyszczany, a następnie w przeważającej części zużywany w towarzyszących procesach technologicznych. Modernizowane baterie typu PWR63 składają się z 76 komór, a roczna wydajność produkcyjna każdej z baterii wynosi około 700 tys. ton.



■ Schemat systemu sterowania baterią koksowniczą nr 7 (bez wozów piecowych)

## Konfiguracja i funkcje systemu sterowania

System sterowania baterią nr 7 skonfigurowany został z 6 sterowników SIMATIC S7-400 i trzech S7-300, które łącznie obsługują ponad 2200 kanałów wejść/wyjść, przy czym łączna liczba sygnałów dla obu baterii przekracza 3900. Warstwa operatorska dla każdej baterii jest reprezentowana przez 2 serwery pracujące w trybie gorącej rezerwy pod kontrolą oprogramowania **asix** oraz stanowisko kontroli eksploatacji.

Dane procesowe z obiektu poprzez przełącznik Ethernet są udostępniane do sieci ogólnozakładowej. Stwarza to możliwość przeglądania raportów i trendów historycznych, a także obserwowania procesu w czasie rzeczywistym przez uprawnionych użytkowników na terenie całego przedsiębiorstwa.

Projekt automatyki poza przedstawionym na schemacie systemem obejmuje układy sterowania wozów (maszyn) piecowych:

- zasypowego
- wypychowego
- przelotowego
- gaśniczego z elektrowozem.

W warstwie procesowej system sterowania jest odpowiedzialny za właściwe prowadzenie cyklu odgazowania węgla. To podstawowe zadanie od strony technologicznej jest realizowane poprzez:

- stabilizację opalania baterii i odbioru gazu surowego
- zarządzanie urządzeniami w rejonie wieży węgla
- sterowanie zrzutnią koksu (wózkiem wygarniającym)
- sterowanie pompownią mokrego gaszenia
- sterowanie instalacją odpylania i hydroinżekcją
- koordynację operacji wykonywanych przez wozy piecowe.

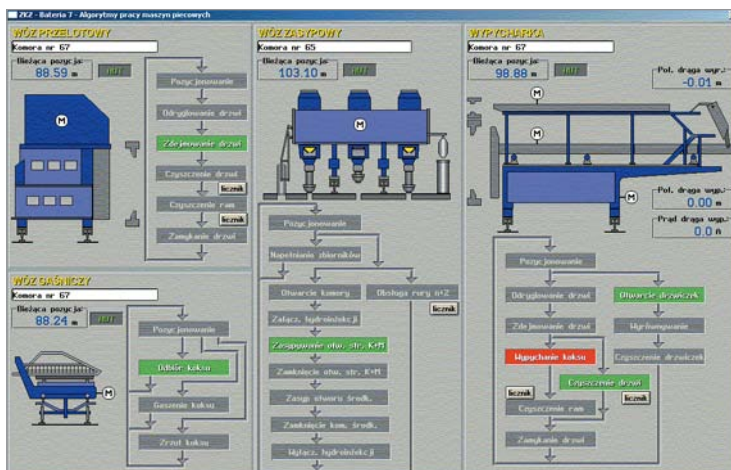
Poszczególne funkcje są realizowane bądź przez sterownik centralny bądź przez sterowniki zarządzające instalacjami towarzyszącymi, przy czym regułą jest stosowanie szczegółowej diagnostyki napędów w oprogramowaniu każdego sterownika.

## Sterowniki pokładowe wozów

Sterowniki wozów piecowych zaprojektowane zostały jako autonomiczne jednostki z własną instalacją elektryczną, układami wejść/wyjść i interfejsem użytkownika, który w tym wypadku stanowi panel operatorski SIMATIC MP370. Poza automatycznym trybem pracy, kiedy napędy są zarządzane przez system według sekwencji i harmonogramu koksowania, operator jest w stanie prowadzić wóz „ręcznie”, sterując poszczególnymi urządzeniami lub inicjując start sekwencji.



■ Stanowisko pracy operatora wypycharki



■ Wizualizacja – ekran główny sterowania wozami

Nader istotną kwestią jest precyzyjne pozycjonowanie wozów względem kolejnych komór i identyfikacja numeru komory. Zadanie wykonywane jest automatycznie przy wykorzystaniu enkoderów, zespołu czujników optycznych oraz systemu identyfikacji MOBY F firmy Siemens, pozwalającego na bezkontaktowe określenie położenia maszyny piecowej.

## Sterownik komunikacyjny

Sterownik komunikacyjny administruje wymianą danych w sieci radiowej pomiędzy wozami piecowymi a sterownikami „stacjonarnymi”, co umożliwia wzajemną synchronizację pracy maszyn przy realizacji sekwencji zasypywania komór, wypychania i gaszenia koksu. Tą drogą są dystrybuowane również pomiędzy sterowniki wozów zadania generowane przez system nadrzędny. Ponadto sterownik komunikacyjny odbiera wyniki serii pomiarów temperatury bryły koksu wykonywanych przy wykorzystaniu pirometrów na wozie przelotowym i wyniki serii pomiarów prądu napędu drąga z maszyny wypychowej.

## Układy regulacji

Bateria koksownicza analizowana pod kątem zastosowań odpowiednich struktur układów regulacji przedstawia sobą zespół nieliniowych procesów ciągłych poddawanych cyklicznym zakłóceniom wynikającym z zasypywania i opróżniania kolejnych komór.

Stabilizacja tak silnie zaburzanych parametrów technologicznych jak ciśnienie gazu surowego wymaga wprowadzenia zaawansowanych i niestandardowych technik automatycznej regulacji. W tym przypadku zastosowana struktura obejmuje sprzężenie w przód od sygnału otwarcia zaworu hydroinżekcji na wozie zasypowym i modyfikowanie wartości zadanej regulatora.

## Warstwa operatorska i system wizualizacji asix

Oprogramowanie wizualizacji **asix** przekazuje użytkownikowi informację o obiekcie i umożliwia wprowadzanie zmian parametrów obserwowanego procesu. Klasyczna konfiguracja warstwy operatorskiej obejmująca zdublowane serwery i stację kontroli eksploatacji zapewnia bezpieczne i ergonomiczne zarządzanie technologią. Z poziomu stacji operatorskich możliwe jest także prowadzenie nadzoru wozów piecowych i instalacji towarzyszących.

Wszelkie istotne informacje alarmowe a także dane dotyczące diagnostyki i stanu pracy napędów, które widoczne są na panelach sterowników pokładowych są przekazywane poprzez sieć radiową i archiwizowane na stacjach operatorskich.

Wybór systemu wizualizacji **asix** dla tak istotnego i złożonego obiektu, jakim jest kompleks baterii koksowniczej wraz z wozami i instalacjami towarzyszącymi, świadczy o wysokich walorach użytkowych i bogatej funkcjonalności pakietu.

**Asix** jest obecny na rynku od ponad 10 lat, a właśnie w Zakładach Koksowniczych Zdzieszowice w 1994 roku miały miejsce jedne z pierwszych wdrożeń systemu. Do dziś operatorzy na Wydziale Energetyki zarządzają kotłami gazowo-węglowymi i turbiną poprzez stacje komputerowe z oprogramowaniem **asix**. Od tamtej pory wprowadzono na rynek ponad 1700 licencji pakietu, który jest wykorzystywany zarówno do monitorowania pracy pojedynczych urządzeń (na przykład pasteryzatorów w przemyśle spożywczym), jak i sterowania rozległych instalacji chemicznych. Powszechna dziś rozpoznawalność marki jest w znacznej mierze zasługą bez mała 30 niezależnych firm posiadających status IPA (integrator pakietu **asix**), które projektują i uruchamiają na obszarze całego kraju systemy automatyki wyposażone w nasz pakiet wizualizacji.

## Zadania systemu nadrzędnego

Założenia dla oprogramowania systemu nadrzędnego zostały sprecyzowane przy współpracy z technologami Koksowni oraz przedstawicielami Instytutu Chemicznej Przeróbki Węgla z Zabrze.

Z funkcjonalnego punktu widzenia system nadrzędny składa się z 4 modułów:

- moduł harmonogramu obsługi komór
- moduł obsługi pirometrów przenośnych
- moduł analizy pomiarów z maszyn piecowych
- moduł optymalizacji sterowania opalaniem.

Oprogramowanie generuje następujące raporty związane z poszczególnymi modułami:

- raport zmianowy obsługi komór oraz raport z planowanego harmonogramu
- raporty tekstowe i graficzne z modułu pirometrów przenośnych
- raport graficzny z pomiarów temperatury wsadu.

System raportów jest zrealizowany w technologii witryny intranetowej. Uprawniony użytkownik może przeglądać i drukować raporty z dowolnego komputera w sieci, wykorzystując standardową przeglądarkę internetową.

Oprogramowanie systemu nadrzędnego osadzone jest na komputerze stanowiska kontroli eksploatacji (KE) oraz serwerze danych SQL.

## Moduł harmonogramu

Moduł harmonogramu zainstalowany na stanowisku KE umieszczonym w dyspozytorni baterii służy do tworzenia planu obsługi komór. Harmonogram generowany jest automatycznie na podstawie zapisanych w bazie danych informacji dotyczących poprzednich operacji na

Zmianowy Raport Obsługi Komór - Microsoft Internet Explorer												
2004 08 31												
Raport Obsługi Komór baterii nr 7												
Zmiana 1												
Nr Komory	Plan. Godz. Wypłk.	Plan. Czas Kola.	Ostatnio Zasypana	Godz. Wypłk.	Czas Zasypana	Czas Kola.	Prąd	Czysz. Ram WP	Czysz. Drzew WP	Czysz. Ram WYP	Czysz. Drzew WYP	
62	22:15	15:11	7:04	22:17	22:27	15:13	102.1	+	+	+	+	
64	22:30	15:16	7:14	22:26	22:38	15:12	111.8	+	+	+	+	
66	22:45	15:21	7:24	22:37	22:49	15:13	108.0	+	+	+	+	
68	23:00	15:26	7:34	22:50	23:01	15:16	111.8	+	+	+	+	
70	23:20	15:10	8:10	23:20	23:30	15:10	116.1	+	+	+	+	
72	23:35	15:12	8:23	23:33	23:43	15:10	113.0	+	+	+	+	
74	23:45	15:12	8:33	23:44	23:55	15:11	115.5	+	+	+	+	
76	23:55	15:13	8:42	23:54	0:05	15:12	119.1	+	+	+	+	
1	0:15	15:12	9:03	0:13	0:22	15:10	113.9	+	+	+	+	
3	0:25	15:13	9:12	0:29	0:37	15:17	117.7	+	+	+	+	
5	0:35	15:11	9:24	0:38	0:47	15:14	116.2	+	+	+	+	
7	0:45	15:12	9:33	0:47	0:56	15:14	116.0	+	+	+	+	
9	0:55	15:14	9:41	0:56	1:05	15:15	109.5	+	+	+	+	
11	1:05	15:13	9:52	1:06	1:15	15:14	110.8	+	+	+	+	
13	1:15	15:14	10:01	1:14	1:26	15:13	112.4	+	+	+	+	
15	1:25	15:15	10:10	1:24	1:37	15:14	111.2	+	+	+	+	
17	1:35	15:16	10:19	1:35	1:47	15:16	114.3	+	+	+	+	
19	1:45	15:16	10:29	1:45	2:01	15:16	118.6	+	+	+	+	
21	1:55	15:17	10:38	1:49	2:09	15:21	114.9	+	+	+	+	
23	2:05	15:13	10:52	2:09	2:19	15:17	116.9	+	+	+	+	
25	2:15	15:10	11:05	2:19	2:29	15:14	117.2	+	+	+	+	
27	2:25	15:10	11:15	2:29	2:38	15:14	115.4	+	+	+	+	
29	2:35	15:10	11:25	2:40	2:50	15:15	113.3	+	+	+	+	
31	2:45	15:11	11:34	2:49	2:59	15:15	113.2	+	+	+	+	
33	2:55	15:11	11:44	2:58	3:10	15:14	121.5	+	+	+	+	
35	3:05	15:11	11:54	3:06	3:21	15:14	113.1	+	+	+	+	
37	3:20	15:12	12:05	3:19	3:31	15:11	109.9	+	+	+	+	
39	3:40	15:13	12:27	3:41	3:51	15:14	114.0	+	+	+	+	
41	3:50	15:11	12:39	3:52	4:02	15:13	115.2	+	+	+	+	
43	4:00	15:11	12:49	4:00	4:13	15:11	113.2	+	+	+	+	
45	4:10	15:11	12:59	4:11	4:23	15:12	116.5	+	+	+	+	
47	4:20	15:13	13:08	4:22	4:33	15:14	111.2	+	+	+	+	
49	4:35	15:14	13:21	4:33	4:43	15:12	122.8	+	+	+	+	
51	4:45	15:14	13:31	4:42	4:53	15:11	115.8	+	+	+	+	
53	4:55	15:13	13:42	4:52	5:03	15:10	114.0	+	+	+	+	
55	5:05	15:14	13:51	5:03	5:13	15:12	110.8	+	+	+	+	
57	5:15	15:15	14:00	5:12	5:23	15:12	113.8	+	+	+	+	
59	5:25	15:13	14:12	5:23	5:33	15:11	114.6	+	+	+	+	
61	5:35	15:10	14:25	5:35	5:44	15:10	111.4	+	+	+	+	
63	5:45	15:11	14:34	5:44	5:54	15:10	111.6	+	+	+	+	
65	5:55	15:11	14:44	5:54	6:08	15:10	109.2	+	+	+	+	

■ Moduł harmonogramowania – fragment ekranu zmianowego raportu obsługi

komorach oraz następujących parametrach zadawanych przez dyspozytora:

- zadany czas koksowania
- dopuszczalna odchyłka od czasu koksowania
- minimalny czas międzyoperacyjny.

Po automatycznym wygenerowaniu operator może skorygować wybraną pozycję harmonogramu i wywołać funkcję przeliczenia, która uaktualnia wszystkie następne pozycje planu. Opracowany tym sposobem harmonogram obejmujący horyzont jednej zmiany (50 pozycji) jest przesyłany do wszystkich operatorów maszyn piecowych za pośrednictwem łączy radiowych.

Moduł harmonogramu odczytuje ze sterowników maszyn piecowych i zapisuje w bazie danych informacje o kolejno wykonywanych operacjach. Oprócz czasów wypchnięcia i zasypu rejestrowane są również informacje o czyszczeniu drzwi i ram piecowych oraz o czyszczeniu rury wznosnej. Zgromadzone dane dokumentują pracę baterii na raportach zmianowych.

Skuteczne wdrożenie systemu harmonogramowania pozwoliło na rezygnację z przygotowywania na papierze i przekazywania na maszyny piecowe planów zmianowych. Niezależna od działań operatorów rejestracja w systemie nadrzędnym wszelkich operacji związanych z cyklem pracy komór zdyscyplinowała obsługę zapewniając realizację harmonogramu dokładnie wg planu.

## Moduł obsługi pirometrów

Moduł obsługi pirometrów przenośnych przeznaczony jest do zbierania i archiwizowania pomiarów wykonywanych w kanałach kontrolnych, a także wzdłuż jednej ze ścian baterii. Po każdym wczytaniu serii pomiarów z pirometru wyliczane są średnie temperatury strony kok-

sowej i maszynowej, które przesyłane są następnie do modułu optymalizacji opalania.

Oprogramowanie umożliwia zdefiniowanie przez użytkownika dowolnej marszruty tzn. przypisania kolejnych zapamiętanych w pirometrze pomiarów do właściwych punktów pomiarowych na ścianach.

Dane z pirometrów zainstalowanych na wozie przelotowym wraz z pomiarami prądu napędu drąga wypychowego w czasie wypychania są transmitowane drogą radiową i zapisywane na serwerze danych SQL. Wartości temperatury, po uśrednieniu, są przesyłane do modułu optymalizacji opalania.

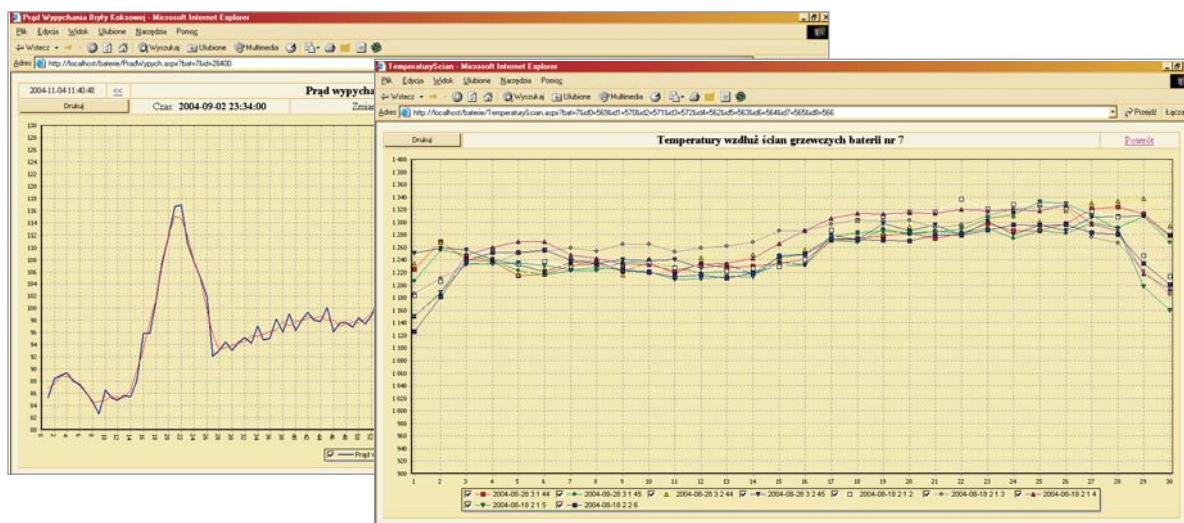
## Moduł optymalizacji

Docelowym zadaniem aktualnie testowanego i weryfikowanego modułu optymalizacji jest eliminacja subiektywnego czynnika ludzkiego w określaniu parametrów decydujących o sposobie opalania baterii.

Sprowadza się to do wyznaczenia takich wartości zadanych ciśnień gazu opałowego i długości przerwy w opalaniu, aby przy zachowaniu oczekiwanych właściwości koksu produkowanego zgodnie z harmonogramem minimalizować zużycie energii przez proces.

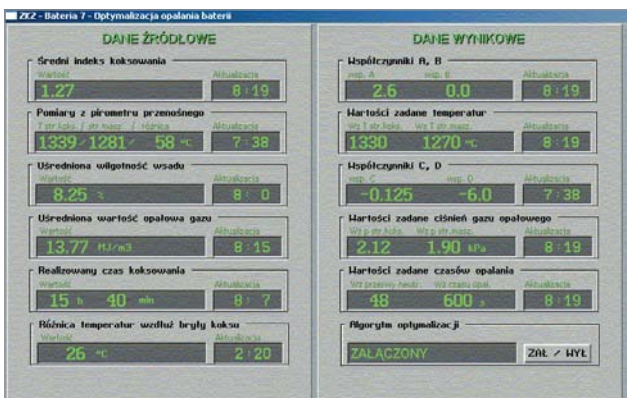
Moduł optymalizacji realizuje następujące funkcje:

- wstępne określenie wartości zadanych temperatur w kanałach kontrolnych i długości przerwy w opalaniu
- wyliczenie średniego indeksu koksowania wykorzystanego do korekcy temperatur zadanych w kanałach kontrolnych
- korekcja wartości zadanej ciśnienia gazu i długości przerwy neutralnej na podstawie analizy pomiarów z pirometrów przenośnych
- wyznaczenie uśrednionej wartości opałowej gazu.



Wykresy temperatur kontrolnych i prądu napędu drąga





■ Tabela wyznaczonych parametrów optymalnych

Wszystkie wyliczane przez moduł optymalizacji parametry jak i wskaźniki pośrednie są archiwizowane w bazie SQL, co w połączeniu z pozostałymi danymi dokumentującymi pracę baterii stanowi podstawę do prowadzenia dalszych prac nad rozszerzeniem funkcjonalności systemu nadrzędnego.

## ■ Efekty wdrożenia systemu automatyki

Podstawowym zamierzonym i osiągniętym celem było zapewnienie stabilnych wskaźników pracy baterii, co wpływa zarówno na podniesienie trwałości bloku ceramicznego jak i dotrzymanie jakościowych parametrów koksu. Efekt uzyskano w równej mierze dzięki wdrożeniu układów regulacji automatycznej jak i oprogramowania nadrzędnego, które wymusza przestrzeganie założonego harmonogramu reżimu pracy maszyn piecowych. Zastosowanie bogatego opomiarowania i szczegółowej diagnostyki nie tylko przyspiesza lokalizację usterek, ale umożliwia przewidywanie określonych uszkodzeń, co przy pełnym wykorzystaniu informacji przekazywanych przez system wizualizacji zdecydowanie podnosi niezawodność i dyspozycyjność całej instalacji.

*dr inż. Ryszard Boroń*

**ASKOM Sp. z o.o.**  
 44-100 Gliwice, ul. Józefa Sowińskiego 13  
 tel. (32) 30 18 100, fax (32) 30 18 101  
 mail: office@askom.com.pl, www.askom.com.pl



# ASKOM

## więcej niż automatyka

Optymalizacja procesów

Wspomaganie zarządzania produkcją

Oprogramowanie procesów wsadowych

International Paper Kwidzyn  
 Zakłady Koksownicze Dziesiszowice  
 Janikowskie Zakłady Sodowe „Janikosoda”  
 Nutricia Polska  
 Elektrownia Bełchatów  
 Philips Lighting Piła  
 Stomil Olsztyn  
 Delphi Krosno  
 Fiat-GM Powertain Polska  
 Elektrownia Turów  
 Unilever Polska  
 Kraft Foods Polska  
 Elektrownia Rybnik  
 Oczyszczalnia Ścieków Łódź  
 KWK Szczygłowice  
 Elite Cafe  
 SM Mlekovita  
 OSM Łowicz  
 SGL Carbon Racibórz

ASKOM Sp. z o.o.  
 ul. Józefa Sowińskiego 13, 44-100 Gliwice  
 tel. (0-32) 301 81 00, fax. (0-32) 301 81 01  
 www.askom.com.pl