

## ZASTOSOWANIE STANDARDOWEJ SIECI PRZEMYSŁOWEJ PROFIBUS W SYSTEMACH MONITOROWANIA I STEROWANIA PRODUKCJĄ

*Streszczenie: Sieci przemysłowe typu fieldbus znajdują coraz szersze zastosowanie w systemach automatyzacji obiektów przemysłowych. W pracy przedstawiono własności standardowych sieci przemysłowych objętych europejską normą EN 50170. Szerzej przedstawiono własności sieci PROFIBUS-FMS i -DP. Następnie podano przykłady zastosowania sieci PROFIBUS w systemie sterowania i wizualizacji procesów technologicznych oraz w systemie monitorowania, sterowania i zarządzania produkcją w zakładzie przemysłowym.*

*Abstract: The fieldbus networks play a growing role in automation systems of the industrial objects. In the paper the properties of the industrial fieldbus standards included in European Standard EN 50170 are presented. The characteristics of the PROFIBUS-FMS and -DP fieldbuses are described. Next, the examples of the PROFIBUS network applications in the supervisory control system for technological processes and in the production monitoring, control and management system for the industrial plant are given.*

### 1. WSTĘP

Sieci przemysłowe stanowią kręgosłup nowoczesnych rozproszonych systemów automatyzacji znajdujących coraz szersze zastosowanie w automatyzacji obiektów przemysłowych.

Tego rodzaju systemy pozwalają na podział złożonych zadań sterowania na mniejsze podzadania wykonywane oddzielnie. W systemach tych niezbędne jest zapewnienie efektywnej komunikacji między rozproszonymi układami automatyki.

Takie rozproszone struktury systemów sterowania mają następujące zalety:

- niezależne i jednoczesne inicjowanie pracy poszczególnych sekcji procesu,
- mniejsze bardziej czytelne programy,
- równoległe przetwarzanie w rozproszonym systemie, pozwalające uzyskać krótsze czasy reakcji i mniejsze obciążenie poszczególnych jednostek przetwarzających,
- sterowniki nadzorujące mogą wykonywać dodatkowe funkcje diagnostyki i akwizycji danych,
- zwiększenie odporności na awarie ze względu na podział funkcji na wiele niezależnych stacji,
- niższe koszty wdrożenia i eksploatacji systemu.

Wraz z rosnącą popularnością zastosowań sieci przemysłowych w systemach automatyzacji i różnorodnością stosowanych rozwiązań sieci, istotnym problemem stało się ustalenie rekomendowanego standardu sieci.

## 2. EUROPEJSKA NORMA STANDARDU SIECI PRZEMYSŁOWEJ TYPU FIELDBUS EN 50170

W pierwszej połowie 1996 r. europejska organizacja normalizacji CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique) ratyfikowała europejską normę standardu sieci przemysłowej typu fieldbus EN 50170. Norma EN 50170 zawiera w całości trzy narodowe standardy sieci przemysłowych WorldFIP, P-NET oraz PROFIBUS (FMS i DP). Są to standardy sprawdzone w wielu systemach automatyzacji zwłaszcza w krajach, w których powstały (WorldFIP we Francji, P-NET w Danii i PROFIBUS w Niemczech). Systemy te zapewniają komunikację między inteligentnymi urządzeniami automatyki, a także między zdecentralizowanymi prostymi modułami wejść i wyjść.

Norma EN 50170 umożliwi dodatkową ochronę inwestycji użytkowników i zapewni lepszą pozycję rynkową producentom urządzeń zgodnych z tą normą. Np. wszystkie publiczne przetargi dotyczące sieci przemysłowych będą prowadzone z uwzględnieniem normy EN 50170. Zgodnie z regułami europejskiej standaryzacji norma ta będzie automatycznie obowiązkowo wykorzystana w pracach normalizacyjnych we wszystkich krajach europejskich. Istniejące normy narodowe będą wycofane do 30.06.97 r. i zostaną zastąpione przez normę europejską.

Do oceny standardów przejmowanych do normy EN zastosowano następujące kryteria:

- ważny standard narodowy z pełną specyfikacją: warstwy 1 (medium transmisji), warstwy 2 (transmisja danych), warstwy 7 (funkcje aplikacyjne) oraz zarządzania siecią,
- szeroki zakres zastosowań, sprawdzenie w dużej liczbie aplikacji przemysłowych,
- dostępność szerokiego spektrum produktów sieciowych,
- rodzaj topologii, stopień niezawodności transmisji,
- funkcje aplikacyjne porównywalne z ISO 9506 (MMS - Manufacturing Message Specification)

Standard FIP (Factory Instrumentation Protocol) powstał we Francji w 1987 r., jako wynik projektu wspieranego przez Ministerstwo Przemysłu i wiele firm skupionych w FIP Club. Standard jest opisany w krajowej normie francuskiej UTE C 4660. Producenci i użytkownicy głównie z Włoch i Francji założyli międzynarodową organizację WorldFIP w celu promocji i rozwoju tego standardu w skali światowej.

Standard P-NET jest opracowaniem duńskim z 1989 r., pochodzącym od firmy Process-Data. Jest opisany w krajowej normie duńskiej DSF 21906. Od 1990 r. działa Międzynarodowa Organizacja Użytkowników P-NET.

Standard PROFIBUS-FMS (PROcess Field BUS - Fieldbus Message Specification) powstał w Niemczech jako wynik projektu Ministerstwa Badań i Techniki. Głównymi realizatorami projektu były firmy Bosch, Klöckner Möller i Siemens. W 1991 r. powstała norma DIN 19245 cz. 1 i 2 zawierająca specyfikację standardu PROFIBUS.

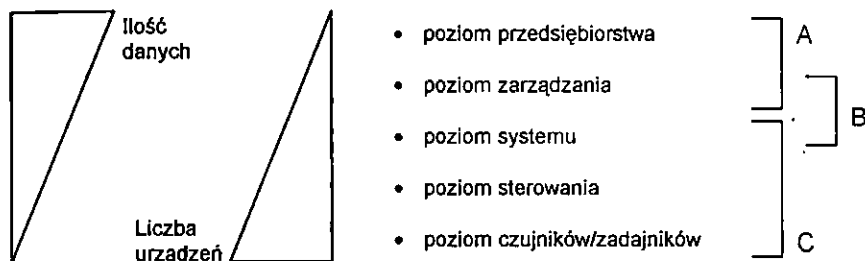
Producenci i użytkownicy standardu współpracują w ramach Organizacji Użytkowników PROFIBUS (PNO), która promuje standard i przyznaje certyfikaty na urządzenia z interfejsem sieci.

Standard PROFIBUS-DP (Decentralized Peripherals) jest wersją standardu PROFIBUS opracowaną głównie przez firmę Siemens, w celu rozszerzenia zastosowań na szybkie systemy czujników/zadajników. W 1993 r. powstała norma DIN 19245 cz.3 zawierająca specyfikację standardu PROFIBUS-DP.

Standard PROFIBUS-PA jest iskrobezpieczną wersją sieci PROFIBUS. Standard uwzględnia wyniki projektu ISP (Interoperable Systems Project). Technika transmisji jest zgodna z normą IEC 1158-2, która określa zasady bezpiecznej transmisji danych i zasilania urządzeń w środowisku zagrożonym wybuchami. PROFIBUS-PA jest opisany w normie DIN 19245 cz.4. Planowane jest rozszerzenie normy europejskiej o ten standard.

### 3. CHARAKTERYSTYKA SIECI OBJĘTYCH NORMĄ EN 50170

Sieci przemysłowe typu fieldbus mogą być umiejscowione na różnych poziomach w hierarchicznej strukturze systemów automatyzacji w zależności od liczby urządzeń i ilości przesyłanych danych. (Rys. 1). Sieci te obejmują poziom czujników/zadajników, sterowania i częściowo poziom systemu.



A) komputerowa sieć zakładowa, B) lokalna sieć przemysłowa, C) miejscowa sieć przemysłowa (fieldbus network)

Rys. 1. Hierarchiczna struktura systemów automatyzacji

Sieci przemysłowe czujników/zadajników służą do przesyłania krótkich bloków danych z dużą szybkością. Zwykle stacja master steruje szybkim cyklicznym przesyłaniem danych, dlatego stacje slave nie wymagają dużej inteligencji. Komunikacja dostosowana jest do konkretnego zastosowania.

Sieci przemysłowe na poziomie sterowania realizują komunikację za pomocą średnich i dużych bloków danych (20 do 256 bajtów). Stacje posiadają inteligencję zapewniającą komunikację zorientowaną na usługi.

Podstawowe cechy standardu sieci przemysłowych objętych normą EN 50170 zawiera tabela 1. Sieci te mogą znaleźć zastosowanie w szerokim zakresie automatyzacji obiektów przemysłowych. Wybór konkretnego rodzaju sieci przemysłowej jest silnie uzależniony od wielkości, struktury i sposobu działania obiektu przemysłowego.

Sieć FIP jest odpowiednia zarówno na poziomie sterowania jak i czujników/zadajników w szerokim obszarze zastosowań. Synchroniczna metoda transmisji umożliwia dużą szybkość przesyłania danych. Niezawodność i dostępność sieci zależy głównie od stacji centralnej (arbitra). Sieć FIP może być również stosowana w strefach zagrożonych wybuchem.

Sieć P-NET jest odpowiednia na poziomie sterowania. Zakres zastosowania może być szeroki ze względu na elastyczność tworzenia sieci. Sieć ta nie jest jednak właściwa dla systemów o dużych wymaganiach czasowych. Na poziomie czujników/zadajników może być stosowana jeżeli nie ma zbyt dużych wymagań na szybkość działania. Sieć P-NET może być również stosowana w strefach zagrożonych wybuchem.

Sieć PROFIBUS-FMS jest odpowiednia na poziomie sterowania w szerokim obszarze zastosowań poprzez sprawne przesyłanie większych bloków danych i parametrów. Sieć ta jest również wykorzystywana łącznie z innymi sieciami przemysłowymi poziomu czujników/zadajników spełniającymi wysokie wymagania czasowe.

Sieć PROFIBUS-DP stanowi uzupełnienie standardu PROFIBUS-FMS. Protokół jest zoptymalizowany na szybkie cykliczne przesyłanie danych. Sieć może być stosowana na poziomie sterowania jak i na poziomie czujników/zadajników w szerokim obszarze zastosowań. Taka sama technika transmisji w obu wersjach standardu PROFIBUS -DP i -FMS jest zaletą, gdyż zmniejsza to nakłady niezbędne na szkolenia, instalację i utrzymanie w ruchu.

Sieć PROFIBUS-PA jest przystosowana do pracy w strefach zagrożonych wybuchem, więc jest odpowiednia zwłaszcza na poziomie czujników/zadajników w systemach automatyzacji procesów przetwórczych.

Tabela 1

Podstawowe cechy standardowych sieci przemysłowych typu fieldbus

Cecha	FIP	Profibus-PA	Profibus-FMS	Profibus-DP	P-NET
Topologia	linia	linia	linia, drzewo	linia, drzewo	pierścień
Maks. liczba stacji master	1	1-32	1-32	1-32	1-32
Maks. liczba stacji (w sieci / w segmencie)	-7258	-732	124/32	124/32	32 000/125
Maks. długość segmentu sieci (skrętka)	2000 m przy 31,25 kbit/s, 500 m przy 1 Mbit/s	1900 m przy 31,25 kbit/s	1200 m przy 93,75 kbit/s, 200 m przy 1,5 Mbit/s	1200 m przy 93,75 kbit/s, 100 m przy 12 Mbit/s	1200 m przy 76,8 kbit/s
Liczba przewodów	2	2	2	2	2
Szybkość transmisji	31,25 kbit/s, 1 Mbit/s, 2,5 Mbit/s	31,25 kbit/s (tylko)	9,6 kbit/s + 1,5 Mbit/s	9,6 kbit/s + 12 Mbit/s	76,8 kbit/s (tylko)
Rodzaj transmisji i kodowanie	synchroniczna Manchester (RZ)	synchroniczna Manchester (RZ)	asynchroniczna RS-485 (NRZ)	asynchroniczna RS-485 (NRZ)	asynchroniczna RS-485 (NRZ)
Liczba bajtów danych w ramce	1 - 32	1 - 246	1 - 246	1 - 246	1 - 58
Wykrywanie błędów	16-bit CRC	16-bit CRC	parzystość	parzystość	parzystość
Sterowanie przydziałem magistrali	centralne	zdecentralizowane	zdecentralizowane	zdecentralizowane	zdecentralizowane
Metoda dostępu do magistrali	deterministyczna, Delegated Token z arbitrem (Master), Consumer-Producer	deterministyczna, Token-Passing, Master-Slave, Polling, Publisher-Subscriber	deterministyczna, Token-Passing, Master-Slave, Polling	deterministyczna, Token-Passing, Master-Slave, Polling	deterministyczna, wirtual Token-Passing, Master-Slave
Kontakt z użytkownikiem	przesyłanie zawartości buforu (usługi MPS)	obiekty i parametry	usługi FMS	interfejs użytkownika DDLM	rozkazy
Implementacja warstwy 2 protokołu	chip	chip	chip oprogramowanie	chip	oprogramowanie
Iskrobezpieczeństwo	tak	tak	nie	nie	tak (IS 16)
Norma	UTE C 4660	IEC 1158-2 DIN E 19 245 cz. 4	DIN 19 245 cz. 1 i 2	DIN E 19 245 cz. 3	DSF 21806
Główne obszary zastosowań	urządzenia przemysłowe, produkcja wyrobów, procesy przetwórcze	procesy przetwórcze	produkcja wyrobów (poziom sterowania)	urządzenia przemysłowe, produkcja wyrobów (poziom czujników/zadajników)	procesy przetwórcze, sterowanie w budynkach

**Oznaczenia:**

- |      |                                   |     |   |
|------|-----------------------------------|-----|---|
| CRC  | - Cyclic Redundancy Check         | IEC | - International Elektrotechnical Commission |
| DDLM | - Direct Data Link Mapper         | IS  | - International Standard                    |
| DIN  | - Deutsches Institut fuer Normung | MPS | - Manufacturing Periodical Services         |
| EN   | - European Norm                   | NRZ | - Non Return to Zero                        |
| FMS  | - Fieldbus Message Spezifikation  | RZ  | - Return to Zero                            |
|      |                                   | UTE | - Union Technique de l'Electricite          |

## 4. PODSTAWOWE WŁASNOŚCI SIECI PROFIBUS-FMS I PROFIBUS-DP

### 4.1. Topologia i własności fizyczne

Sieci PROFIBUS-FMS i PROFIBUS-DP występują w dwóch wersjach w zależności od zastosowanego nośnika transmisji. Sieć elektryczna w standardzie RS 485 z kablem w postaci ekranowanej skrętki dwuprzewodowej oraz sieć światłowodowa z kablem w postaci pary światłowodów. Sieć może składać się z jednego lub kilku segmentów połączonych wzmacniaczami linii (repeaters) lub aktywnych łączników gwiazdowych (star couplers). Segmenty obu rodzajów sieci mogą być łączone ze sobą. W jednym segmencie może być przyłączonych do 32 stacji (z uwzględnieniem wzmacniaczy). Łącznie w sieci może być połączonych do 124 stacji. Sieć elektryczna może posiadać również strukturę pierścienia lub gwiazdy. Maksymalna długość sieci zależy od ustalonej szybkości transmisji poczynając od 9,6 kbit/s. Maksymalna szybkość transmisji dla wersji PROFIBUS-FMS wynosi 1,5 Mbit/s, a dla wersji PROFIBUS-DP wynosi 12 Mbit/s. Transmisja jest asynchroniczna z kodowaniem sygnału w formacie NRZ.

Przy szybkości transmisji 1,5 Mbit/s maksymalna długość sieci elektrycznej wynosi 1 km, a maksymalna długość sieci światłowodowej wynosi 4,2 km. Przy mniejszych szybkościach transmisji zwiększa się dopuszczalna długość sieci.

### 4.2. Dostęp do medium

Dostęp do medium odbywa się metodą hybrydową. W przypadku komunikacji między stacjami master dostęp do medium odbywa się metodą przesyłania żetonu (Token Passing). Stacja posiada żeton przez ściśle określony czas, w którym ma prawo do transmisji. Następnie żeton jest przekazywany kolejnej stacji master. Obieg żetonu między wszystkimi stacjami master jest wykonywany w określonym czasie. Czas ten jest ustalany podczas konfiguracji systemu.

W przypadku komunikacji między stacją master i stacjami typu slave dostęp do medium odbywa się metodą master-slave.

### 4.3. Protokół transmisji

W sieci PROFIBUS-FMS w warstwie łącza danych protokół transmisji zapewnia komunikację typu peer-to-peer oraz multi-peer. Interfejs z warstwą aplikacji stanowią następujące usługi transmisji danych:

SDN - przesyłanie danych bez potwierdzenia,

SDA - przesyłanie danych z potwierdzeniem,

SRD - przesyłanie z żądaniem danych z odpowiedzią,

CSRD - cykliczne przesyłanie z żądaniem danych z odpowiedzią.

Transmisja danych odbywa się blokami w postaci tzw. telegramów o różnym formacie ramki. Ramka telegramu może zawierać stałą lub zmienną długość pola informacji. Maksymalna długość ramki telegramu wynosi 256 bajtów (w tym 246 bajtów danych).

Przed wykonaniem transmisji ramka telegramu jest przekształcana w znaki. Wystąpienie błędu w znaku lub w ramce telegramu powoduje odrzucenie przesłanej informacji i konieczność powtórzenia transmisji.

Ramka zawiera pole sumy kontrolnej oraz oznaczniki początku i końca ramki. Każdy znak zawiera bit parzystości oraz bity startu i stopu.

W warstwie aplikacji wyróżnia się usługi FMS (Fieldbus Message Specification) oraz interfejs warstwy niższej LLI (Lower Layer Interface).

LLI steruje przepływem danych, monitoruje połączenia komunikacyjne i odwzorowuje usługi FMS na warstwę łącza danych. LLI zapewnia organizację cyklicznego i acyklicznego przesyłania danych.

Specyfikacja FMS określa model komunikacji z zastosowaniem pojęć urządzenia wirtualnego VFD (Virtual Field Device) i obiektów komunikacji. Usługi FMS stanowią podzbiór funkcji MMS protokołu MAP. Usługi FMS można podzielić na następujące grupy: usługi zarządzania kontekstowego, zarządzania słownikiem obiektów, wsparcia VFD, dostępu do zmiennych, zarządzania wywołaniem programów, zarządzania zdarzeniami i zarządzania domeną.

Usługi zarządzania siecią umożliwiają konfigurowanie i testowanie sieci.

Główne grupy usług zarządzania siecią to: zarządzanie kontekstowe, błędami i konfiguracją. Dla różnych dziedzin aplikacji określane są tzw. "profile" standardu sieci zawierające niezbędne podzbiory funkcji standardu w celu ułatwienia implementacji.

W sieci PROFIBUS-DP w warstwie łącza danych protokół transmisji jest taki sam jak dla PROFIBUS-FMS. Jediną różnicą jest rozszerzenie możliwości usługi SRD pozwalającej w jednym cyklu wykonać odczyt i zapis, co zwiększa szybkość działania sieci.

Warstwa aplikacji nie jest wyróżniona. Dostępny jest natomiast interfejs użytkownika realizujący niezbędne funkcje warstwy aplikacji i odwzorowujący funkcje warstwy łącza danych za pomocą DDLM (Direct Data Link Mapper).

W standardzie PROFIBUS-DP rozbudowane zostały funkcje diagnostyki sieci i poszczególnych stacji. Rozróżnia się stacje master klasy 1 jako typowe stacje systemowe, stacje master klasy 2 jako stacje konfigurowania i programowania systemu oraz stacje slave. Usługi zarządzania siecią umożliwiają konfigurowanie i testowanie sieci.

#### 4.4. Możliwości implementacji

Implementację poszczególnych wersji sieci PROFIBUS ułatwiają specjalne układy scalone ASIC i zbudowane na bazie tych układów uniwersalne moduły interfejsowe sieci.

Układy scalone SPM2 i LSPM2 zawierają interfejs sieci wraz z protokołem PROFIBUS-DP w zakresie stacji typu prosty slave. Układy scalone SPC3 i SPC4 zawierają interfejs sieci oraz SPC3 zawiera protokół PROFIBUS-DP, a układ SPC4 zawiera protokoły PROFIBUS-FMS, -DP, -PA w zakresie stacji typu inteligentny slave. Układ scalony ASPC2 zawiera interfejs sieci i protokoły PROFIBUS-FMS, -DP, -PA w zakresie stacji typu master. Implementacja wersji PA wymaga zastosowania dodatkowego układu scalonego SIM1.

Do szybkości transmisji 1,5 Mbit/s implementacja protokołu PROFIBUS może być wykonana na dowolnym mikroprocesorze. Dostępne jest oprogramowanie narzędziowe dla konfiguracji i uruchamiania sieci. Szereg firm oferuje uniwersalne moduły interfejsu sieci PROFIBUS z odpowiednim oprogramowaniem narzędziowym i aplikacyjnym.

### 5. ZASTOSOWANIE

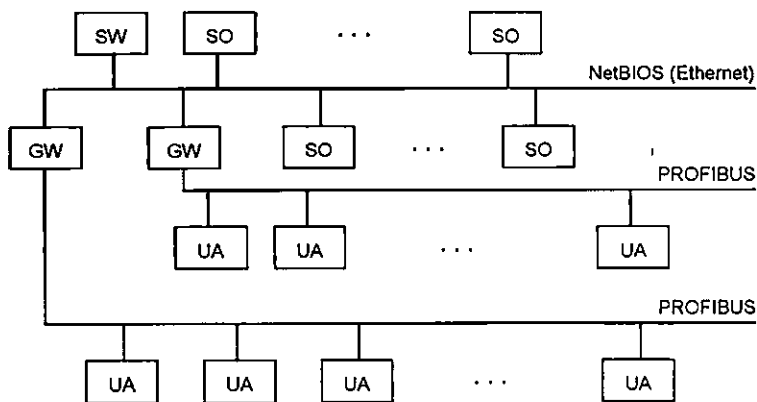
#### 5.1. System sterowania i wizualizacji procesów technologicznych SWISS

Sieć przemysłowa PROFIBUS została zastosowana w systemie sterowania i wizualizacji procesów technologicznych SWISS (Rys. 2) opracowanym przez Instytut Systemów Sterowania w Katowicach. Podczas opracowywania tego systemu podstawowym założeniem było zapewnienie jego otwartości poprzez zastosowanie standardowych rozwiązań sprzętowych i programowych.

System SWISS jest systemem typu SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

W skład systemu wchodzi następujące podsystemy:

1. **Podsystem komunikacji:** obejmuje lokalną sieć przemysłową w standardzie PROFIBUS, procesory komunikacyjne i moduły interfejsów sieci wraz z oprogramowaniem, stacje gateway oraz komputerową sieć lokalną typu Ethernet. Zapewnia transmisję danych pomiędzy układami automatyki, serwerem bazy danych i stacjami operatorskimi systemu.
2. **Podsystem automatyzacji procesu:** obejmuje różne układy automatyki wyposażone w interfejsy sieci PROFIBUS, takie jak programowalne sterowniki przemysłowe (PLC), panele operatorskie, aparaturę kontrolno-pomiarową. Realizuje funkcje zbierania danych pomiarowych, bezpośredniego sterowania i regulacji procesu oraz obsługi poszczególnych maszyn i urządzeń.
3. **Podsystem obsługi i wizualizacji:** obejmuje stacje operatorskie i serwery pracujące w środowisku MS Windows, oprogramowanie użytkowe typu SCADA na bazie pakietu oprogramowania narzędziowego InTouch oraz drukarki i inne urządzenia peryferyjne. Realizuje funkcje wizualizacji przebiegu procesu, obsługi sytuacji alarmowych, sporządzania wykresów, sterowania nadrzędnego, archiwizacji danych, generacji raportów oraz udostępniania danych poprzez sieci komunikacyjne.



SO - stacja operatorska, SW - serwer, GW - gateway  
 UA - układy automatyki (sterowniki PLC, panele operatorskie, inteligentne moduły we/wy)

Rys. 2. Struktura systemu sterowania i wizualizacji procesów technologicznych

## 5.2. System monitorowania, sterowania i zarządzania produkcją

System sterowania i wizualizacji SWISS został zastosowany w systemie monitorowania, sterowania i zarządzania produkcją w Zakładach Stomil Sanok S.A. W zakładzie produkowane są na wtryskarkach elementy z gumy w seriach różnej wielkości. Celem wdrożenia systemu była poprawa jakości produkcji, a przez to uzyskanie certyfikatu jakości ISO 9000, usprawnienie kierowania produkcją oraz zwiększenie produktywności.

W systemie monitorowania, sterowania i zarządzania produkcją można wyróżnić:

A. Podsystem automatyzacji produkcji, który obejmuje:

1. Układy automatyki 56-u maszyn ze sterownikami programowalnymi S5-95U i panelami operatorskimi OP15 firmy Siemens.
2. 7 szt. samodzielnych paneli operatorskich OP15 przyłączonych do sieci PROFIBUS-DP.
3. 4 gałęzie sieci przemysłowej PROFIBUS (SINEC L2 i PROFIBUS-DP) łączące układy automatyki maszyn i samodzielne panele operatorskie ze stacjami gateway.

B. Podsystem nadzorowania produkcji, który obejmuje:

1. Serwer bazy danych i stacje operatorskie (komputery typu IBM PC) rozmieszczone w pomieszczeniach przygotowania i obsługi produkcji pracujące w sieci lokalnej typu Ethernet z oprogramowaniem użytkowym na bazie systemu wizualizacji InTouch w środowisku MS Windows.
2. Stacje gateway (komputery typu IBM PC) wyposażone w procesory komunikacyjne sieci PROFIBUS i karty interfejsu sieci lokalnej typu Ethernet.
3. Sieć lokalną typu Ethernet łączącą stacje gateway z serwerem bazy danych i stacjami operatorskimi.

C. Podsystem zarządzania produkcją, który obejmuje:

1. Stacje operatorskie i serwery podsystemu zarządzania produkcją (komputery IBM PC) rozmieszczone w poszczególnych działach zakładu z oprogramowaniem użytkowym na bazie systemu Oracle.
2. Komputerową sieć lokalną NetWare łączącą stacje operatorskie i serwery podsystemu zarządzania produkcją z serwerem bazy danych podsystemu nadzorowania produkcji.

System monitorowania, sterowania i zarządzania produkcją realizuje następujące funkcje: zautomatyzowane monitorowanie parametrów pracy maszyn oraz danych produkcyjnych, wprowadzanie danych produkcyjnych i odczyt danych o parametrach pracy maszyn i zleceń produkcyjnych przez operatora na stanowisku pracy, alarmowanie i raportowanie, statystyczną kontrolę procesu produkcji, planowanie produkcji, przygotowanie produkcji i sterowanie produkcją.

## LITERATURA

- [1] Boroń W., Więcek H.: SWISS - system sterowania i wizualizacji procesów technologicznych. Komunikat Naukowy nr 136, Katowice 1995.
- [2] Boroń W., Wyłupek J.: PROFIBUS - standard otwartych sieci przemysłowych. Pomiary, Automatyka, Kontrola, 1996, nr 11, s. 313-317.
- [3] Boroń W., Wyłupek J.: Zastosowanie uniwersalnych modułów interfejsu sieci przemysłowej PROFIBUS-DP. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Informatyka 1996, z.30, s.435-448.
- [4] Boroń W.: Zintegrowany system monitorowania, sterowania i zarządzania produkcją dla przedsiębiorstw średniej wielkości. Pomiary, Automatyka, Kontrola, 1994, nr 10, s.238-240.
- [5] Europäische Feldbusnorm EN50170 ratifiziert. Automatisierungstechnische Praxis, 1996, H.6, s.64.
- [6] FIP Technical Description. Club FIP. Nancy-France.
- [7] The P-NET Fieldbus for Process Automation. International P-NET User Organization, 1995.
- [8] Volz M.: PROFIBUS, PROFIBUS User Organization, Karlsruhe 1995.