

Wyniki projektu badawczego zamawianego PBZ-31-05 "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania"

Zaprezentowano rezultaty projektu badawczego zamawianego "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania". Przedstawiono główne rozwiązane problemy o charakterze naukowym oraz dokonane wybory rozwiązań do stosowania w przemyśle krajowym. Omówiono przygotowane materiały do promocji i szkolenia, w tym zestaw podręczników dotyczących zagadnień sieciowych w zintegrowanym wytwarzaniu.

Results of the PBZ-31-05 research project "Networking Systems for Integration of Manufacturing Automation"

The final results of the research project entitled "Networking Systems for Integration of Manufacturing Automation" are described. The most important scientific solutions reached and solutions chosen to apply in Polish industry are presented. The textbooks prepared for training courses and promotion of results are described, including the full set of manuals concerning networking problems in enterprise integration.

1. WPROWADZENIE

Projekt badawczy zamawiany PBZ-31-05 "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania" został zrealizowany w ciągu dwóch i pół lat, od czerwca 1995 r. do listopada 1997 r. Zadania i nakłady były podzielone w równej mierze między Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP w Warszawie jako Wykonawcę i Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji (ITMiA) Politechniki Wrocławskiej jako Głównego Współwykonawcę.

Ponadto ze strony PIAP, i w ramach przyznanych mu środków, współwykonawcami powierzonych zadań badawczych projektu były:

- Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej (IAiS PW),
- Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach (IITiS PAN),
- Wydziałowy Zakład Informatyki przy Wydziale Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej (dawniej Centrum Informatyczne Politechniki Wrocławskiej).

Zasadniczym celem projektu było wykonanie analiz, badań i wyboru systemów komunikacyjnych do potrzeb krajowych przedsiębiorstw przemysłowych, zbudowanie i badania rozwiązań pilotowych, jak również opracowanie metod projektowania struktur i metodyki wdrażania. Projekt został wykonany w całości; w styczniu rezultaty projektu zostały odebrane i pozytywnie ocenione przez Zamawiającego - Ministerstwo Gospodarki. Obecnie trwa proces recenzowania i odbioru pracy przez Komitet Badań Naukowych.

Już w trakcie realizacji projektu podjęto wdrażanie jego rezultatów. Są to w pierwszej kolejności działania zmierzające do upowszechniania wiedzy o integracji procesów wytwarzania za pomocą otwartych sieciowych systemów komunikacji, a więc publikacje, referaty na konferencjach, seminaria, a także wprowadzanie tematyki do programów zajęć dydaktycznych na uczelniach które brały udział w projekcie.

2. PROBLEMATYKA OPRACOWANA W RAMACH PROJEKTU

Projekt był podzielony na siedem zadań, które zostały w pełni wykonane. W tabl. 1 zestawiono te zadania i ważniejsze problemy rozwiązywane w poszczególnych zadaniach.

Tabl. 1. Zadania i problematyka PBZ-31-05

Nr	Tytuł zadania	Opracowana problematyka
1	Określenie szczegółowej struktury systemu otwartego CIM. Zestawienie wymagań technicznych, funkcjonalnych i eksploatacyjnych	identyfikacja i struktury obiektów systemu CIM w świecie - stan i tendencje - " - w kraju - potrzeby i możliwości analiza rozwoju produktu modele i architektury systemów stan normalizacji wymagania techniczne, funkcjonalne i eksploatacyjne
2	Opracowanie wariantowych założeń i projektów otwartego systemu komunikacyjnego przedsiębiorstwa przemysłowego zgodnego z siedmiowarstwowym modelem ISO/OSI, w zakresie sprzętu i oprogramowania (w tym kontrolerów komunikacyjnych do sterowników przemysłowych i komputerów, koncentratorów, rozgałęźników, mostów)	analiza rozwiązań otwartych systemów komunikacyjnych analiza wybranych standardów sieci wybór sieci do stosowania w przemyśle krajowym dobór elementów systemu komunikacyjnego przedsiębiorstwa założenia i projekty wzorcowych węzłów, instalacji, zestawów badawczych
3	Zakup aparatury naukowo-badawczej oraz zakup stosownego oprogramowania sieciowego i serwisowego (między innymi monitory sieci), w tym oprogramowania realizującego protokoły MMS i FTAM	rozeznanie produktów i dostawców zapytania ofertowe i negocjacje zamówienia opracowań programistycznych - interfejsowych i integrujących odbory dostaw i opracowań
4	Opracowanie i implementacja interfejsów wiążących oprogramowanie sieciowe sieci lokalnych wg IEEE 802.4 i wg IEEE 802.3 oraz sieci miejscowych z oprogramowaniem aplikacyjnym (na przykładach robotów, sterowników PLC, obrabiarek CNC i gniazd produkcyjnych), a także interfejsów udostępniających systemy czasu rzeczywistego w instalacjach CIM, zgodnych z siedmiowarstwowym modelem ISO/OSI, w tym ich definicje i generatory w języku C	analiza API - programowego interfejsu aplikacji specyfikacja interfejsu aplikacyjnego MMS interfejsy wg norm stowarzyszonych implementacje: - interfejsu API sieci miejscowych - systemów wizualizacji i kontroli procesów przemysłowych - systemu czasu rzeczywistego OS-9 dołączanie składników systemów wytwarzania
5	Zestawienie i badania wzorcowych węzłów i instalacji sieciowych CIM	kompletacja, konfigurowanie i uruchomienie podsystemów badania kanałów i segmentów sieci integracje segmentów i testowania sieci

cd. Tabl. 1

Nr	Tytuł zadania	Opracowana problematyka
6	Badania wspólne kompatybilności poszczególnych instalacji sieciowych. Testy zgodności ze standardami	badania, testowania interfejsów i bram testy zgodności badania wspólne sieci miejscowych badania za pomocą sieci rozległych
7	Opracowanie dokumentacji i podręczników oraz zaleceń organizacyjnych i technicznych dotyczących CIM w środowisku sieci lokalnych przedsiębiorstw	opracowanie podręczników weryfikacja projektów instalacji opracowanie wytycznych i zaleceń

Można wyrazić przekonanie, że rezultaty projektu pozwolą wszystkim adresatom zyskać aktualne i pełne rozeznanie w trudnej i szybko rozwijającej się dziedzinie technicznych środków integracji wytwarzania. Do adresatów projektu należą w pierwszej kolejności Wnioskodawca, to jest Ministerstwo Gospodarki oraz instytucje którym Wnioskodawca powierzy udział we wdrażaniu, jak też bezpośrednio zainteresowane przedsiębiorstwa przemysłowe. Uzyskana wiedza umożliwi prawidłowe decydowanie o wyborze promowanych kierunków postępu technologii, jak i wyborze konkretnych rozwiązań. Opracowania stanowiące rezultaty projektu (43 raporty i sprawozdania) zawierają rozwiązania najważniejszych dla praktyki zagadnień, które zostaną poniżej omówione.

2.1. Prace przeglądowe, analizy i wybory rozwiązań do stosowania w przemyśle krajowym

Pierwsza część rezultatów to pełny i wszechstronny przegląd zagadnień integracji wytwarzania, w tym analiza procesu wytwórczego jako systemu informacji, przegląd systemów kierowania wytwarzaniem, jak też analiza rozwoju produktu.

Dalsze rezultaty to przegląd i analizy otwartych sieciowych systemów komunikacyjnych stosowanych w przemyśle krajów rozwiniętych, w obszarach sterowania procesami wytwórczymi (z uwzględnieniem poziomów hierarchii), jak też w obszarach przygotowania, planowania i zarządzania produkcją. Częścią przeglądu było zebranie informacji i dokonanie analiz istniejących standardów (formalnych i de facto) i rozwiązań firmowych przemysłowych systemów sieciowych, jak też stosowanych produktów sprzętowych i programowych.

Następna grupa rezultatów to dokonany i udokumentowany wybór systemów i rozwiązań najodpowiedniejszych do potrzeb krajowych przedsiębiorstw przemysłowych, także z uwzględnieniem charakteru procesów wytwórczych, w tym procesów szybkozmiennych i wolnozmiennych, a także specyfiki środowisk zagrożonych wybuchem. Sformułowano opisy strukturalne otwartego sieciowego systemu komunikacyjnego oraz zestawiono wymagania techniczne, funkcjonalne i eksploatacyjne.

Odrębną, ważną częścią rezultatów jest dokonany przegląd stanu normalizacji przemysłowych systemów komunikacyjnych, w skali światowej, europejskiej i krajowej. Zebrane w ten sposób wymagania normalizacyjne wykorzystano przy wyborze rozwiązań i produktów, jak też przy określaniu zakresu badań i kryteriów oceny wyników.

2.2. Budowa wzorcowych instalacji pilotażowo-badawczych

W ramach pracy zaprojektowano, zestawiono i uruchomiono pilotażowo-badawcze instalacje CIM, złożone w sumie z 36 segmentów sieciowych i stanowisk. Są one reprezentatywnymi realizacjami wzorcowych otwartych sieci komunikacyjnych, jak też propozycjami rozwiązań

umożliwiających integrację sprzętu i oprogramowania różnych producentów w ramach otwartego systemu komunikacji. Częścią przygotowania tych instalacji było opracowanie przykładowych projektów, wraz z wyborem sprzętu i oprogramowania.

Do najważniejszych problemów rozwiązanych przy projektowaniu i budowie instalacji sieciowych należały:

- rozeznanie, dobór, implementacje oprogramowań komunikacyjnych wszystkich warstw, programowych interfejsów aplikacyjnych (API), systemów oprogramowań użytkowych. W oprogramowaniach interfejsów aplikacyjnych wykorzystano przede wszystkim protokoły MMS i FTAM;
- zagadnienia integracji sieci różnych poziomów i różnych standardów. Do integracji segmentów wykonano analizy i wybory składników integrujących: bram, mostów, ruterów, wraz z ich oprogramowaniami, a w niektórych przypadkach, gdy zachodziła taka potrzeba, opracowano nowe, oryginalne urządzenia integrujące. Do tej ostatniej grupy urządzeń należą bramy Profibus - TCP/IP; LonWorks - Profibus;
- dobór sieciowego wyposażenia eksploatacyjnego - w tym monitorów sieciowych do wszystkich typów sieci wykorzystanych w instalacjach oraz oprogramowań testowych.

W celu zbudowania instalacji sieciowych rozpoznano i praktycznie sprawdzono metodologię projektowania, konfigurowania, uruchamiania i testowania, jak również zakupiono i sprawdzono oprogramowania narzędziowe wspomagające powyższe procesy.

2.3. Metodologia, przeprowadzenie i rezultaty badań

Głównym celem badań była weryfikacja wybranych rozwiązań. W nawiązaniu do wymagań normalizacyjnych opracowano zakresy i warunki badań. Badania obejmowały sprawdzenia funkcjonalności, parametrów komunikacyjnych, zgodności ze standardami, współpracy wzajemnej urządzeń i oprogramowań, odporności na oddziaływania środowiska przemysłowego, w tym sprawdzenia wymagań kompatybilności elektromagnetycznej. Opracowano metodologię badań i przeprowadzono badania wszystkich zbudowanych instalacji.

Rezultaty badań potwierdziły słuszność wyboru rozwiązań, prawidłowość projektów, a także trafność wyboru składników sprzętowych i programowych. Badania współpracy także dały pozytywne wyniki. Po pierwsze uzyskano współpracę produktów różnych dostawców (w tym i oprogramowań opracowanych w ramach projektu) w ramach poszczególnych segmentów sieci, a po drugie współpracowały powiązane ze sobą segmenty różnych typów sieci, w ramach struktur heterogenicznych.

Wreszcie badania wspólne zestawów sieciowych skompletowanych i oprogramowanych w różnych instytucjach potwierdziły kompatybilność metodyk projektowania i narzędzi do konfigurowania stosowanych przez poszczególnych współwykonawców projektu.

3. WSKAZANE ROZWIĄZANIA

Trudno w tak krótkim materiale przedstawić wszystkie dokonane w projekcie wybory rozwiązań. Dlatego zostanie zasygnalizowane zaledwie kilka wniosków, stanowiących najważniejsze wskazania.

Pierwszym wskazaniem jest stwierdzenie, iż podstawą realizacji systemów komunikacyjnych w zakładach przemysłowych są nadal koncepcje i rozwiązania CIM, w tym powiązane ze sobą komputerowo wspomagane techniki (systemy) projektowania wyrobu, planowania i harmonogramowania produkcji, wytwarzania, zapewnienia jakości. Składają się one na

kompleksowy system komputerowego wspomaganie CAx. Po połączeniu wszystkich systemów siecią lokalną uzyskuje się komputerowo zintegrowane wytwarzanie.

Drugim podstawowym wskazaniem przy integracji wytwarzania jest niezbędność wprowadzania sieci komputerowych na wszystkich poziomach zakładu przemysłowego. Oznacza to wykorzystanie w zakładach wielu poziomów sieci. Relacje między poziomami zarządzania i sterowania wytwarzaniem, a poziomami sieci przedstawiono w tabl. 2. Wykorzystanie sieci metropolitalnych i rozległych dotyczy przedsiębiorstw rozłożonych przestrzennie i wielozakładowych.

Tabl. 2. Poziomy sieci

Poziom struktury wytwarzania	Obsługiwany sprzęt w węzłach sieci	Sieci rozległe WAN i MAN	Sieci lokalne LAN	Sieci miejscowe Fieldbus	Sieci sterowników Devicebus	Sieci czujników Sensorbus
zarządzanie przedsiębiorstwem	komputery planowania strategicznego produkcji	+	+			
zarządzanie produkcją	komputery zarządzania taktycznego	(+)	+			
gniazda produkcyjne	komputery gniazd, systemy SCADA, DNC		+	+		
sterowniki urządzeń	sterowniki PLC, CNC, RC, regulatory cyfrowe PID		(+)	+	+	
poziom obiektu	czujniki, elementy wykonawcze, napędy, panele operatorskie				(+)	+

Trzecim podstawowym wskazaniem jest konieczność rozproszonego przetwarzania danych i związane z tym postulatem wykorzystanie systemów zarządzania rozproszonymi bazami danych. Wskazanie to wynika z właściwości komputerowo zintegrowanych technik wytwarzania.

Czwarte wskazanie określa standardy sieci poszczególnych poziomów zalecane na podstawie rezultatów projektu do stosowania w krajowych przedsiębiorstwach przemysłowych. Wykorzystano tu także przegląd najnowszych tendencji, śledzonych stale, także po zakończeniu projektu. Wybrane do stosowania typy sieci podano w tabl. 3.

Ostatnie wreszcie wskazanie dotyczy wyboru protokołów komunikacyjnych do sieci WAN i LAN. W świetle przeprowadzonych analiz i badań, jak też sytuacji rynkowej, zalecane są protokoły TCP/IP oraz protokół transferu plików FTAM. Natomiast protokoły MAP i MMS mimo iż stanowiły przedmiot normalizacji międzynarodowej i ogólny wzorzec do projektowania sieci, nie odniosły wystarczającego sukcesu komercyjnego.

Tabl. 3. Wybrane typy sieci

Obszar	Sieć
WAN, MAN	w bliskiej perspektywie sieci wg szerokopasmowej technologii ATM, ze zintegrowanymi usługami
LAN	obecnie Ethernet 10 Mbit/s oraz FDDI, w najbliższej perspektywie Fast Ethernet 100Base-T oraz 100VG-AnyLAN
Fieldbus	PROFIBUS-FMS, PROFIBUS-PA,
sterowników	InterBus-S, LonWorks, PROFIBUS-DP, CAN
czujników	ASI

4. REZULTATY PROJEKTU PRZEZNACZONE DO WDRAŻANIA

W wyniku realizacji projektu powstały następujące trwałe, udokumentowane rezultaty, które Wnioskodawca i jednostki, bezpośrednio wdrażające będą mogli wykorzystać do upowszechniania i wdrażania sieciowych systemów komunikacyjnych integrujących wytwarzanie:

- zestaw podręczników (złożony z 10 tomów), zawierający podsumowanie rezultatów projektu, zebraną syntetyczną wiedzę o przemysłowych systemach komunikacyjnych. Część zestawu stanowią podręczniki monograficzne poszczególnych standardów sieci wybranych w ramach projektu. Podręczniki są przeznaczone do szerokiego rozpowszechniania rezultatów projektu, głównie wśród pracowników przedsiębiorstw przemysłowych, jak też studentów. Krótkie omówienie zawartości poszczególnych tomów znajduje się poniżej, w 5. punkcie;
- raporty z realizacji poszczególnych zadań projektu, oraz sprawozdania z realizacji kolejnych etapów umów o prace naukowo-badawcze zawartych ze współwykonawcami. Dokumentacje te, w liczbie 43 tomów, zawierają obszerne opracowania i analizy poszczególnych tematów, jak też sprawozdania z przeprowadzonych badań obejmujące metodologię, wyniki badań i ocenę rezultatów. Wykaz raportów i sprawozdań zamieszczono w pierwszym tomie zestawu podręczników. Ponadto w tymże tomie 1., w rozdz. 6. zamieszczono alfabetyczny indeks najważniejszych opracowanych tematów;
- wzorcowe instalacje pilotażowo-badawcze, zgrupowane w laboratoriach stanowiących zaczątki centrów nowych technologii (*Competence Center*) które znajdują się w Instytucie Technologii Maszyn i Automatyki Politechniki Wrocławskiej, w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów w Warszawie i w Instytucie Automatyki i Informatyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej. Te trzy instytucje mają obecnie kompetencje naukowo-techniczne i wyposażenie umożliwiające prowadzenie działalności szkoleniowej i promocyjnej zmierzającej do upowszechnienia wiedzy dotyczącej integracji procesów wytwarzania za pomocą otwartych sieciowych systemów komunikacji. Wykaz

i charakterystykę 36 segmentów sieciowych i stanowisk składających się na instalacje zamieszczono w tomie 10. zestawu podręczników.

- ponadto w wybranych, węższych specjalizacjach będą mogły wdrażać rezultaty projektu:
 - Wydziałowy Zakład Informatyki Politechniki Wrocławskiej, w zakresie architektury i projektowania sieci nadrzędnych CIM,
 - Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach, w zakresie bezprzewodowych (radiowych) segmentów sieci przemysłowych, jak też doboru i konfigurowania sieci biurowych i przemysłowych, lokalnych i rozległych, a szczególnie sieci stosujących protokół FTAM.

5. OMÓWIENIE ZESTAWU PODRĘCZNIKÓW

Jako najważniejszy rezultat realizatorzy projektu traktują zestaw podręczników, złożony z 10 tomów. Podręczniki zawierają podsumowanie rezultatów projektu, zebraną syntetyczną wiedzę o przemysłowych systemach komunikacyjnych. Część zestawu stanowią podręczniki monograficzne poszczególnych standardów sieci wybranych w ramach projektu. Podręczniki są przeznaczone do szerokiego rozpowszechniania rezultatów projektu, głównie wśród pracowników przedsiębiorstw przemysłowych, jak też studentów.

Pierwszy tom jest wprowadzeniem do całości wyników projektu. Następne cztery tomy zawierają ogólną wiedzę dotyczącą systemów zintegrowanego wytwarzania, jak też różnych rodzajów sieci i systemów komunikacyjnych stosowanych w przemyśle. W tomach 2. i 3. omawia się struktury i elementy funkcjonalne systemów zintegrowanego wytwarzania w zakresie poszczególnych technologii wytwarzania. Tom 4. jest podręcznikiem o sieciach komunikacyjnych stosowanych w przemyśle. Wreszcie tom 5. omawia stan normalizacji sieci stosowanych w przedsiębiorstwach przemysłowych.

Dalsze cztery tomy zawierają wiedzę o rodzajach i standardach sieci wybranych w Projekcie i zalecanych do stosowania w przemyśle krajowym. Są to przemysłowe sieci lokalne (tom 6.), sieć PROFIBUS (tom 7.), sieć miejscowa LonWorks (tom 8.) i sieć miejscowa InterBus-S (tom 9.). Ostatni tom, 10. - Katalog wyników Projektu Badawczego Zamawianego zawiera charakterystykę wykonanych w Projekcie instalacji badawczych i pilotażowych, oprogramowanie rozpoznane w Projekcie i listę dostawców produktów sieciowych.

5.1. Tom 1. Projekt badawczy zamawiany PBZ-31-05, omówienie rezultatów, przegląd podręczników

Tom pierwszy jest przewodnikiem po całości rezultatów projektu. W pierwszej kolejności jest prezentowana realizacja kolejnych siedmiu zadań (etapów) projektu. W nawiązaniu do celów etapów omawia się przeprowadzone prace, w tym opracowania analityczne, projekty, badania. Przy omawianiu korzysta się z odniesień do wykazu raportów i sprawozdań.

Następnie przedstawione są wyniki projektu, w tym omówienie zrealizowanych celów, podana jest zawartość podręczników, wymienione są powstałe dokumentacje, a więc raporty i sprawozdania. Tom kończy się indeksem tematów opracowanych w projekcie.

5.2. Tom 2. Struktura i elementy funkcjonalne systemów zintegrowanego wytwarzania część I - w zakresie technologii mechanicznych

Systemy komputerowo zintegrowanego wytwarzania w pierwszej kolejności były ukierunkowane na dyskretne procesy wytwarzania i najwcześniej znalazły zastosowanie w przedsiębiorstwach i wydziałach stosujących technologie mechaniczne. Dlatego odrębny

tom rezultatów projektu został poświęcony wyłącznie systemom zintegrowanego wytwarzania w zakresie technologii mechanicznych.

Tom rozpoczyna się ogólnym omówieniem tematyki i wprowadzeniem terminologii. Dalej przedstawia się informację techniczną w przedsiębiorstwie, jej strukturę i przepływ. Największą część tomu poświęcono technikom komputerowym wspomagającym procesy wytwarzania. Są to systemy projektowania i przygotowania produkcji CAD/CAP, jak też systemy CAQ i SPS związane ze sterowaniem jakością, systemy zarządzania bazami danych RDBMS. Dalej są to systemy planowania i sterowania produkcją PPC i SFC.

Tom uzupełniają dwa przeglądy: maszyn i urządzeń wytwórczych oraz zagadnień komunikacji w zintegrowanym wytwarzaniu.

5.3. Tom 3. Struktura i elementy funkcjonalne systemów zintegrowanego wytwarzania część II - w zakresie innych technologii

Tom jest dopełnieniem podręcznika nr 2., dla technologii innych niż mechaniczne, to jest głównie dla procesów produkcyjnych ciągłych i wsadowych. Na wstępie są wprowadzone pojęcia podstawowe dotyczące procesów produkcyjnych i ich automatyzacji, w nawiązaniu do odnośnej normy stowarzyszonej protokołu MMS, dla sterowania procesami. Następnie omówione są struktury układów sterowania procesami.

Szeroko są omówione techniki komputerowe wspomagające monitorowanie i sterowanie procesów, w tym interfejsy aplikacyjne oraz systemy wizualizacji i kontroli procesów produkcyjnych SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Omawia się też podstawowy system operacyjny czasu rzeczywistego OS-9 i jego implementacje.

Tom kończą omówienia zestawów badawczych sterowania procesami ciągłymi, zbudowanych w ramach projektu.

5.4. Tom 4. Sieci komunikacyjne w zastosowaniach przemysłowych - zagadnienia systemowe

Podręcznik jest obszernym kompendium wiedzy o sieciach stosowanych w przedsiębiorstwach przemysłowych. Podręcznik podzielono na cztery części.

W części I, *Systemy komunikacyjne*, omawia się elektryczne łącza komunikacyjne, metody transmisji danych i protokoły warstwy łącza danych.

Część II, *Sieci komputerowe oraz sieci typu Fieldbus* jest przeglądem najbardziej rozpowszechnionych sieci stosowanych w przemyśle, w tym sieci miejscowych Profibus, ASI, InterBus-S, sieci lokalnych, szybkich sieci komputerowych LAN i MAN i sieci rozległych.

Część III *Systemy otwarte*, omawia standardy systemów otwartych, a następnie protokoły warstw wyższych: transportowej i aplikacyjnej w najczęstszych realizacjach systemów otwartych.

Część IV, *Architektury sieci w CIM*, podaje rodzaje architektur sieciowych w zautomatyzowanym wytwarzaniu i automatyce przemysłowej, wprowadza w zagadnienie integracji sieci heterogenicznych i na koniec daje przykłady rozwiązań sieci komunikacyjnych.

5.5. Tom 5. Stan normalizacji składników sieci integrujących automatyzację wytwarzania

Podręcznik podaje aktualny stan normalizacji w zakresie norm międzynarodowych, europejskich i polskich - ISO, IEC, EN, PN. Tom zawiera wykazy norm oraz opisy i komentarze do grup norm, jak też odniesienia norm do przedmiotu PBZ. Normy zgrupowano następująco: normy dotyczące zagadnień sieciowych (sieci lokalnych i miejscowych),

ważniejsze normy przedmiotowe dotyczące sprzętu i oprogramowania, następnie normy dotyczące: warunków środowiskowych, kompatybilności elektromagnetycznej, bezpieczeństwa, normalizacji i oceny systemów, prezentacji produktu. Tom kończą przywołania dyrektyw Unii Europejskiej.

5.6. Tom 6. Przemysłowe sieci lokalne

Podręcznik podaje podstawową wiedzę i szczegółowe informacje o najbardziej rozpowszechnionych sieciach lokalnych stosowanych w przemyśle. Pierwszym tematem jest siedmiowarstwowy model odniesienia ISO/OSI, z krótkim opisem poszczególnych warstw protokołu i podaniem sposobów realizacji modelu. Następnie są przedstawione technologie warstw 1. i 2. stosowane w lokalnych sieciach przemysłowych, przede wszystkim standard 802.3, a także standardy 802.4, 802.5, FDDI.

Dalsze rozdziały opisują sieci realizujące protokół MMS (jak też związane z ich stosowaniem normy stowarzyszone do MMS), sieci realizujące protokół FTAM, sieci realizujące protokół TCP/IP.

5.7. Tom 7. Sieć PROFIBUS

Podręcznik zawiera opis rodziny sieci PROFIBUS. W pierwszym rozdziale podaje się genezę, rozwój, stan obecny i sfery zastosowań. Następnie jest omówiona architektura protokołów, w tym warstwa fizyczna, warstwa łącza danych oraz warstwy aplikacyjne w wersji PROFIBUS FMS i w wersji PROFIBUS DP. Odrębnie jest podana charakterystyka wersji PROFIBUS PA.

Dalsze rozdziały opisują zarządzanie i monitorowanie sieci, współpracę urządzeń różnych wersji oraz integrację z innymi sieciami. Prezentowane są wykonane w ramach projektu instalacje badawcze i pilotażowe, jak też opracowane testy, przeprowadzone badania i ich wyniki. Przedstawieni są główni dostawcy i wybrane produkty. Omówione są środki wspomagania użytkowników przy projektowaniu, konfiguracji i serwisie.

5.8. Tom 8. Sieć miejscowa InterBus-S

Sieć InterBus-S jest wybranym w projekcie reprezentantem sieci najniższego poziomu - prostym systemem komunikacyjnym czujników/elementów wykonawczych. Tom rozpoczyna się określeniem wymagań stawianych takim systemom komunikacyjnym.

Druga część zawiera kolejno opis budowy systemu InterBus-S (media, topologia, elementy), omówienie transmisji danych, wreszcie przedstawia architekturę protokołu komunikacyjnego, włącznie z zarządzaniem siecią i interfejsem aplikacyjnym.

Trzecia część jest poświęcona zastosowaniom, podaje przykłady aplikacji, opisuje środki wspomagania projektanta, integratora i zarządzającego siecią. Omawia się integrację z systemami nadrzędnymi. Końcowe punkty to opis zbudowanej w ITMiA instalacji pilotowej oraz wskazania dostawców i produktów systemu.

5.9. Tom 9. Sieć miejscowa LonWorks

Wstęp zawiera krótki ogólny opis i genezę sieci. Dalsze rozdziały prezentują media transmisyjne, w tym zaaprobowane kanały transmisyjne oraz dostępne obecnie nadajniki i odbiorniki, a następnie protokół transmisji LonTalk. Obszernie potraktowano podstawowy mikroukład NEURON CHIP oraz firmowe urządzenia (oddalone moduły automatyki) wykorzystujące wbudowane układy transmisji LonWorks. Dalsza część zajmuje się oprogramowaniami do konfigurowania sieci i do projektowania urządzeń LonWorks.

Przedstawiona jest wielokanałowa instalacja pilotażowo-badawcza LonWorks zbudowana w PIAP, a także badania przeprowadzone na tej instalacji. Dalsza część podręcznika zawiera tabele dostawców i produktów systemu LonWorks oraz informacje o wspomaganiu użytkowników przez firmę Echelon: kursach, pomocy technicznej, organizacjach, literaturze. Tom kończą przykłady i zalecenia stosowania sieci LonWorks.

5.10. Tom 10. Katalog wyników Projektu Badawczego Zamawianego PBZ-31-05

Katalog składa się z trzech części. Pierwsza podaje informacje o każdej z wykonanych w projekcie instalacji pilotażowo-badawczych. Każdy segment sieci i każda aplikacja stanowią odrębną pozycję. Druga część podaje informacje o oprogramowaniach rozpoznanych w projekcie, takie jak: opis funkcjonalny, informacje o dostawcy, platformie sprzętowej i programowej, kartach sieciowych. Trzecia część to lista dostawców i ich produktów rozpoznanych w trakcie wykonywania projektu.

6. PRZEWIDYWANE KIERUNKI PRAC WDROŻENIOWYCH

Na podstawie uzyskanych rezultatów projektu można przewidywać następujące kierunki prac wdrożeniowych, które częściowo zostały już rozpoczęte.

Pierwszym krokiem będzie wydanie drukiem opracowanych podręczników. Następnie zostanie podjęta jak najszybsza prezentacja rezultatów projektu na seminariach, targach, wystawach. Z taką promocją związane jest opracowanie i wydanie materiałów informacyjnych. Dalsze działania to zorganizowanie szkoleń i ich prowadzenie na zasadach komercyjnych przez instytucje które wykonywały projekt. Ważną pomocą ze strony Wnioskodawcy projektu może być autoryzacja szkoleń i zachęcanie podmiotów gospodarczych do udziału w szkoleniach.

Najważniejsze będą działania bezpośrednie w zakładach przemysłowych. Obejmą one praktyczne wdrażanie rozwiązań sieciowych integrujących wytwarzanie, jak też modernizację produktów - maszyn, aparatury pomiarowej i sterującej przez implementację interfejsów sieciowych. Takie zmodernizowane urządzenia produkcyjne będą się wzajemnie komunikować, korzystając z sieci przemysłowych.

W zakresie wdrażania wyników projektu do automatyzacji budynków, gdzie wprowadzanie zdecentralizowanych systemów pomiarowo-kontrolnych korzystających z sieci miejscowych jest warunkiem oszczędnej gospodarki energią, już uzyskano współpracę Krajowej Agencji Poszanowania Energii S.A. PIAP jest jednym z 13 sygnatariuszy Porozumienia wstępnego w sprawie zawarcia umowy konsorcjum - Otwarte Systemy Automatyki, tworzonego przez KAPE S.A.

7. LITERATURA

1. Koch J., Kosmulska-Bochenek E., Kowalczyk G., Mrzyglód M., Nowak M., Reiner J., Sacha K., Skura K. (red.), Smalec Z., Sochan A., Trzciniński P.: Systemy komunikacyjne w automatyzacji procesów wytwarzania. Wrocławskie Sympozjum Automatyzacja Produkcji AP'97, tom I, s. 385-416, Wrocław 20-21 listopada 1997
2. Stańczak W.: Laboratorium systemów sieciowych PIAP. AUTOMATION'98, Warszawa rezultaty PBZ-31-05, podręczniki, tomy 2, 4, 8, ITMiA Wrocław 1998
3. rezultaty PBZ-31-05, podręczniki, tomy 1,3, 5, 6, 7, 9, 10, PIAP Warszawa 1998
4. raporty ITMiA serii SPRAWOZDANIA nr 53/95, 14/96, 19/96, 1/97, 13/97, 14/97, 46/97
5. sprawozdania PIAP nr arch. 7248, 7303, 7343, 7396, 7443, 7473