

074

A

ZESPÓŁ AUTMATYKI ELEKTRONICZNEJ

Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca

prof. dr inż. Tadeusz Missala

Wykonawcy:

Projekt Badawczy Zamawiany PBZ 312-05

Normalizacja sieci przemysłowych i koordynacja prac Zespołu Realizującego PBZ-31-05
Etap 4: Przeprowadzenie odbiorów etapów 5, 6 i 7 i ponadto wprowadzenie aspektów
normalizacyjnych dotyczących sieci przemysłowych do sprawozdań poszczególnych zadań

TOM 5

Stan normalizacji składników sieci integrujących automatyzację wytwarzania

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

Komitet Badań Naukowych

Kierownik Zespołu Realizującego
Projekt Badawczy Zamawiany
PBZ-31-05

Prof. dr inż. Tadeusz Missala

Dyrektor

doc. dr inż. S. Kaczanowski

Pracę zakończono dnia 1997.11.30

Nr arch. 7485

Nr zlecenia 1594 K

SIECI PRZEMYSŁOWE + LAN + CIM + NORMALIZACJA

Abstrakt

Przedstawiono stan normalizacji w zakresie: profilu MAP/TOP sieci lokalnych, sieci miejscowych, ważniejszych elementów sprzętu i oprogramowania, wymagań środowiskowych, kompatybilności elektromagnetycznej, bezpieczeństwa, oceny systemów, prezentacji produktu, a ponadto omówiono wybrane dyrektywy UE.

Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Normalizacja sieci przemysłowych i koordynacja prac Zespołu Realizującego PBZ-31-05. Etap 1: Zawarcie umów i otwarcie zleceń, przeprowadzenie odbiorów etapu 1 i ponadto wprowadzenie aspektów normalizacyjnych dotyczących sieci przemysłowych do sprawozdań poszczególnych zadań. Nr arch.7267.
2. Normalizacja sieci przemysłowych i koordynacja prac Zespołu Realizującego PBZ-31-05. Etap 2: Przekazanie raportu rocznego do KBN, przeprowadzenie odbiorów etapu 2 i ponadto wprowadzenie aspektów normalizacyjnych dotyczących sieci przemysłowych do sprawozdań poszczególnych zadań. Nr arch.7267.
3. Normalizacja sieci przemysłowych i koordynacja prac Zespołu Realizującego PBZ-31-05. Etap 3: Przeprowadzenie odbiorów etapów 3 i 4 i ponadto wprowadzenie aspektów normalizacyjnych dotyczących sieci przemysłowych do sprawozdań poszczególnych zadań. Nr arch. 7381.

Rozdzielnik

Egz. 1.

Egz. 2.
1. OIN
2. NQ

Egz. 3.
3. ZSS
4. ITMiA
5. M. G.

1. Wstęp
2. Normy dotyczące sieci lokalnej (LAN) - profil MAP/TOP 3 0.; release 1993
 - 2.1 Warstwa 7 - zastosowań
 - 2.2 Warstwa 6 - prezentacji danych
 - 2.3 Warstwa 5 - sesji
 - 2.4 Warstwa 4 - transportu
 - 2.5 Warstwa 3 - sieciowa
 - 2.6 Warstwy 2 - łącza i 1 - fizyczna
 - 2.7 Zarządzanie
 - 2.8 Badania zgodności
 - 2.9 Zagadnienia specjalne
3. Normy dotyczące sieci miejscowych
 - 3.1 Fieldbus IEC
 - 3.2 Sieci miejscowe wg norm europejskich
4. Wybrane normy dotyczące sprzętu i oprogramowania
 - 4.1 Sterowniki programowalne
 - 4.2 Regulatory, przetworniki, siłowniki
 - 4.3 Języki programowania
5. Normy dotyczące warunków środowiskowych
 - 5.1 Wprowadzenie
 - 5.2 Normy dotyczące badań
 - 5.3 Normy dotyczące ochrony przed działaniem środowiska
 - 5.4 Normy określające wymagania dotyczące grup wyrobów
6. Normy dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej
 - 6.1 Wprowadzenie
 - 6.2 Normy podstawowe
 - 6.3 Normy ogólne
 - 6.4 Normy dotyczące grup urządzeń

7. Normy dotyczące bezpieczeństwa

7.1 Wprowadzenie

7.2 Normy dotyczące urządzeń

7.3 Normy dotyczące maszyn

7.4 Normy dotyczące gniazd

7.5 Normy dotyczące bezpieczeństwa funkcjonalnego

8. Normy dotyczące normalizacji i oceny systemów

8.1 Normy opisujące ocenę systemów

8.2 Normy dotyczące normalizacji i identyfikacji wymagań

9. Normy dotyczące prezentacji produktu

9.1 Wprowadzenie

9.2 ISO 10303

10. Dyrektywy Unii Europejskiej

10.1 Wprowadzenie

10.2 Dyrektywa Rady 90/683/EEC

10.3 Dyrektywa Rady 89/336/EEC

10.4 Dyrektywa Rady 89/392/EEC

10.5 Dyrektywa Rady 73/23/EEC

10.6 Dyrektywa Rady 85/374/EEC

1. WSTĘP

Niniejszy tom opracowań stanowiących wynik Projektu Badawczego Zamawianego pt. "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania" (PBZ-31-05) prezentuje i omawia zbiór norm i przepisów dotyczących różnych aspektów instalacji CIM.

Globalizacja międzynarodowej wymiany naukowej, technicznej i gospodarczej prowadzi do stopniowego usuwania barier technicznych i ekonomicznych ją utrudniających. Jedną z dróg usuwania barier technicznych jest normalizacja prowadzona w skali światowej oraz regionalnej. Znormalizowanie wymagań dotyczących wytwarzanych produktów oraz metod badań potwierdzających właściwości deklarowane przez producentów jest istotną drogą do tego celu. Szczególnie dotyczy to sieci komputerowych, które integrują współpracę urządzeń i ludzi na najrozmaitszych szczeblach i w najróżniejszych przekrojach od gniazd produkcyjnych i biur poczynając, a na globalnym poziomie wymiany informacji - sieci INTERNET - kończąc.

Zadaniem tego opracowania jest przedstawienie i krótkie omówienie wymagań, jakie powinny być spełnione w celu uzyskania:

- * zgodności z profilami normalizacyjnymi opisującymi komunikację cyfrową pomiędzy poszczególnymi składnikami systemu, a tym samym umożliwienia starania się o certyfikat zgodności z wybranym rodzajem komunikacji cyfrowej i wybranym systemem sieciowym;
- * właściwego poziomu bezpieczeństwa urządzeń i gniazd w rozumieniu wymagań europejskich, co umożliwiłoby oznaczanie systemów i ich składników europejskim znakiem bezpieczeństwa CE;
- * właściwego bezpieczeństwa funkcjonalnego tj. zachowania bezpieczeństwa użytkowania w czasie całego cyklu trwania systemu i jego składników, aż do komisijnego zezłomowania;
- * właściwej niezawodności systemu i jego składników m.inn. przez ich dobranie z uwzględnieniem narażeń środowiskowych i zakłóceń elektromagnetycznych na jakie będą narażone w transporcie, w czasie składowania oraz w miejscu zainstalowania i pracy;
- * stosowania prawidłowych, powtarzalnych i odtwarzalnych metod badania właściwości systemu i jego składników;
- * właściwej oceny zakupowanych składników systemu i ich dostawców;
- * prezentacji wyrobu w sposób zgodny z tendencjami światowymi.

Ponadto omówiono przepis Unii Europejskiej mówiący o prawnej odpowiedzialności za wady wyrobu powodujące szkody i wyrządzające krzywdy człowiekowi.

W opracowaniu zebrano, w miarę posiadanej wiedzy, wszystkie normy i przepisy międzynarodowe, europejskie i polskie uznane za związane z tematem PBZ. Nie ograniczono się też tylko do norm ustanowionych, lecz wprowadzono do wykazu wiele projektów norm, których wprowadzenie w życie jest sprawą niedługiego czasu (2 do 5 lat), a których postanowienia wyznaczają nowe kierunki podejścia do projektowania i/lub oceny systemów i ich składowych.

Obszerność zagadnienia umożliwia jedynie krótkie skomentowanie zawartości norm (zwłaszcza, że niektóre z nich liczą setki stron), natomiast podział na grupy ułatwia orientację w tej problematyce.

Konieczne jest jednak zwrócenie uwagi na zagadnienia t.zw. badania zgodności, t.j. potwierdzania spełnienia wymagań odpowiednich norm. W przypadku wyrobów są to naogół

badania na potrzeby certyfikacji, bazujące na normach wyrobu lub kryteriach ustanowionych przez jednostki certyfikujące. W przypadku sieci komputerowych i ich składników sprawa jest nieco bardziej skomplikowana.

- Zgodnością (conformity, conformance) nazywa się spełnianie przez badaną implementację wszystkich wymagań, ujętych w specyfikacji.
- Badania zgodności (conformance testing) to weryfikacja, że system spełnia wszystkie wymagania wymienione w normie lub w zbiorze norm;
- Proces oceny zgodności (conformance assesment process) jest to pełny proces wykonania wszystkich badań zgodności, konieczny do określenia zgodności implementacji z protokołem aplikacyjnym;

Badania zgodności z normami składają się z dwu cykli prób:

- właściwego badania zgodności;
- badań uzupełniających.

Właściwe badania zgodności obejmują:

- podstawowe badanie połączeń (basic interconnection test), przy czym jest to badanie ograniczone do stwierdzenia czy występuje lub nie występuje dostateczna zgodność z odpowiednim protokołem (ami) w zakresie możliwych do uzyskania połączeń, bez starań przeprowadzenia dokładnego badania.
- badanie zdolności (capability tests) jest to badanie wykonywane w celu stwierdzenia czy implementacja jest zgodna ze szczegółowymi właściwościami Protokołu Aplikacyjnego, jej przypisanego.
- badanie zachowania (behavior test) jest to badanie, którego celem jest stwierdzenie w jakim zakresie implementacja spełnia wymagania jednego lub więcej wymagań zgodności dynamicznej (dynamic conformance requirement), to znaczy jednego z wymagań określających, jakie obserwowane zachowanie w jednostkach komunikacji jest dozwolone przez odnośną(e) specyfikację(e).
- badanie zgodności metodą rezolucji (rozbicia na składowe - resolution test) jest przewidziane do dogłębnego stwierdzenia czy implementacja spełnia lub nie szczegółowe wymagania.

Badania uzupełniające obejmują:

- badanie współpracy (interoperability testing) to jest weryfikację, że dwa lub więcej różnych systemów może współpracować w sieci i mają za cel sprawdzenie wymiany i rozdziału informacji między dwiema szczególnymi implementacjami oraz zdolności każdej z nich do wykorzystania takiej informacji;
- sprawdzenie osiągnięć (performance testing) to jest wyznaczenie (pomiar) charakterystyk implementacji, takich jak przepustowość informacyjna, czas odpowiedzi, liczba transakcji i odpowiedniości w różnych warunkach;
- badanie odporności (robustness testing) to określenie jak dobrze implementacja powraca do poprzedniego stanu ze stanów wywołanych różnymi zakłóceniami, przy czym te badania nie wchodzi w skład badania osiągnięć.

Zalecana jest następująca sekwencja badań:

⇒ BADANIE ZGODNOŚCI



⇒ BADANIE WSPÓŁPRACY



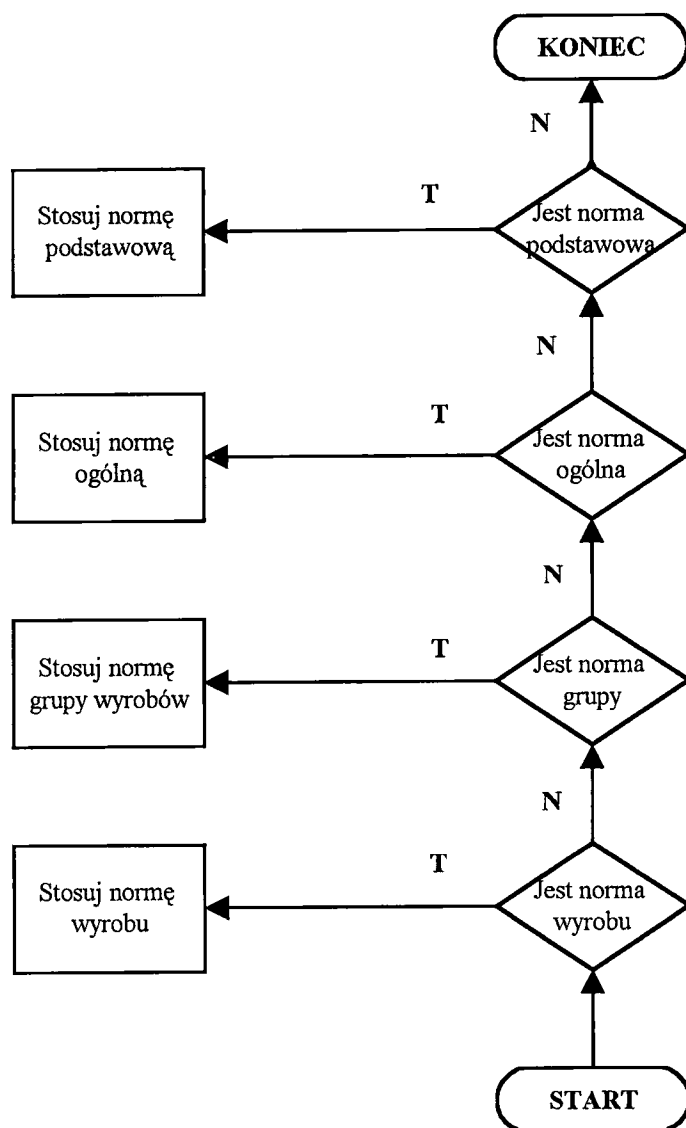
⇒ BADANIE OSIĄGÓW



⇒ BADANIE ODPORNOŚCI

Oddzielną kategorię badań stanowią badania zatwierdzające (acceptance testing); ich zadaniem jest stwierdzenie czy system oprogramowania czyni zadość dotyczącym go wymaganiom zatwierdzenia i umożliwienie użytkownikowi zdecydowanie, że zatwierdza system. Do nich należy zaplanowanie i wykonanie kilku rodzajów badań (np. funkcjonalnych, zawartości, osiągnięć) w celu zademonstrowania, że oprogramowanie czyni zadość wymaganiom użytkownika.

Normy międzynarodowe dzielą się z punktu widzenia ogólności na cztery kategorie: podstawowe (basic), ogólne (generic), grup wyrobów (product family) i wyrobu (product). Kolejność ich stosowania w badaniach podaje rys. 1.



rys. 1. Kolejność stosowania norm w badaniach

2. NORMY DOTYCZĄCE SIECI LOKALNEJ (LAN) - PROFIL MAP/TOP 3.0 RELEASE 1993

W tym rozdziale przedstawiono profil normalizacyjny dotyczący komunikacji cyfrowej na poziomie sieci lokalnej przedsiębiorstwa, opracowany w ramach programu MAP/TOP (Manufacturing Automation Protocol/Technical Office Protocol) i bazujący na koncepcji sieci otwartych wg modelu ISO/OSI (Open Systems Interconnection). Model ISO/OSI oraz protokoły poszczególnych warstw architektury MAP/TOP i świadczone przez nie usługi są opisane szczegółowo w [6, 11, 33, 34, 35]. Ze względu na to, że PBZ dotyczy zastosowań sieci w integracji wytwarzania, wprowadzono do wykazu dokument mówiący o wymaganiach stawianych architekturze obsługującej procesy krytyczne czasowo. Wymieniono też normy ogólne związane z badaniami zgodności, aczkolwiek nie należą one bezpośrednio do profilu MAP/TOP. Normy te zostały tu omówione.

Model architektury systemów otwartych ISO/OSI jest opisany normą arkuszową:

ISO 7498 - Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model:

- a. ISO 7498-1: 1994 - Part 1: The Basic Model.
- b. ISO 7498-2: 1989 - Part 2: Security Architecture.
- c. ISO 7498-3: 1989 - Part 3: Naming and Addressing.
- d. ISO 7498-4: 1996 - Part 4: OSI Management Framework

2.1. Warstwa 7 - zastosowań

2.1.1.: ISO/IEC 9506: Industrial Automation Systems. Manufacturing Message Specification (MMS):

- a. ISO/IEC 9506-1:1990 (EN 29506-1:1993, PN-EN 29506-1:1995) Part 1: Service Definition. + Amd. 1:1993 + Amd. 2:1995 + Cor.1: 1995 + Cor.2: 1995;
- b. ISO/IEC 9506-2:1990 (EN 29506-2:1993, PN-EN 29506-2:1995) Part 2: Protocol Definition + Amd. 1: 1993 + Amd. 2:1995 + Cor.1: 1995 + Cor.2: 1995;
- c. ISO/IEC 9506-3:1993 (EN 29506-3:1993) Part 3: Companion Standard for Robotics + Corr. 1:1993;
- d. ISO/IEC 9506-4:1992 (EN 29506-4:1993) Part 4: Companion Standard for Numerical Control;
- e. ISO/IEC 9506-5:19xx Part 5: Companion Standard for Programmable Controllers (w opracowaniu);
- f. ISO/IEC 9506-6:1994 Part 6: Companion Standard for Process Control.

2.1.2.: ISO 8571 - Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - File Transfer, Access and Management.

- a. ISO 8571-1:1988 - Part 1: General Introduction + Corr. 1:1991 + Amd. 1:1992 + Amd. 2:1993
- b. ISO 8571-2:1988 - Part 2: Virtual Filestore Definition + Corr. 1:1991 + Amd. 1:1992 + Amd. 2:1993.
- c. ISO 8571-3:1988 - Part 3: File Service Definition + Corr. 1:1991 + Corr. 2:1992 + AMD. 1:1992 + Amd. 2:1993.
- d. ISO 8571-4:1988 - Part 4: File Protocol Specification + Corr. 1:1992 + Amd. 1:1992 + Amd. 2:1993 + Amd. 4:1992.
- e. ISO 8571-5:1990 - Part 5: Protocol Implementation Conformance Statement Proforma.

2.1.3. ISO 8649:1988; Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Service Definition for the Association Control Service Element + Corr. 1:1991 + Amd. 1:1990 + Amd. 2:1991.

2.1.4.: ISO 8650:1988: Information Processing Systems - Open Systems Interconnection -

a. Protocol Specification for the Association Control Service Element. + Corr. 1:1990 + Amd. 1:1990.

b. ISO/IEC 8650-2:1997 - Part 2: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) proforma;

2.1.5. ISO/IEC 9072 - Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Remote Operations:

a. ISO/IEC 9072-1:1989 - Part 1: Model Notation and Service Definitions.

b. ISO/IEC 9072-2:1989 - Part 2: Protocol Specification.

c. ISO/IEC 9072-3:1996 - Part 3: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) proforma;

2.1.6. ISO/IEC 9040: 1997 - Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Virtual Terminal Basis Class Service + Cor.1: 1991 + Cor.2: 1992 + Cor.3: 1993 + Amd.2: 1992.

2.1.7. ISO/IEC 9041 - Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Virtual Terminal Basic Class Protocol:

a. ISO/IEC 9041-1: 1997 - Specification;

b. ISO/IEC 9041-2: 1997 - Part 2: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) proforma;

2.1.8. ISO/IEC 9579 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Remote Database Access:

- a. ISO/IEC 9579-1: 1993 - Part 1: Generic model, Service and Protocol;
- b. ISO/IEC 9579-2: 1993 - Part 2: SQL Specification;
- c. ISO/IEC 9579-3: 1996 - Part 3: SQL Specialization Protocol Implementation Conformance Statement(PICS) proforma.

2.2. Warstwa 6 - prezentacji danych

2.2.1. ISO 8822:1994 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Connection Oriented Presentation Protocol - Service Definition.

2.2.2. ISO 8823:1994 - Information Technology - Open Systems Interconnection -Connection Oriented Presentation. Protocol:

- a. ISO 8823-1: 1994 - Part 1: Protocol Specification.
- b. ISO/IEC 8823-2: 1995 - Part 2: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) proforma;

2.2.3. ISO 8824:1990 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Specification of Abstract Syntax Notation One (ASN.1).

2.2.4. ISO 8825:1990 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Specification of Basic Encoding Rules for Abstract Syntax Notation One (ASN.1)

2.2.5. ISO/IEC 10729 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Conformance Test Suite for the Presentation Layer:

- a. ISO/IEC 10729-1: 1993 - Part 1: Test suite structure and test purposes for the presentation protocol.
- b. ISO/IEC 10729-2: 1995 - Part 2: Test suit structure and test purposes for the ASN-1 basic encodings.

2.3. Warstwa 5 - sesji

2.3.1. ISO 8326:1987 - Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Connection Oriented Session Service Definition + Amd. 1:1992.

2.3.2. ISO 8327:1987 - Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Connection Oriented Session Protocol Specification.

2.3.3. IS)/IEC 9548 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Connectionless Session Protocol:

- a. ISO/IEC 9548-1: 1996 - Part 1: Protocol Specification;
- b. ISO/IEC 9548-2: 1995: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) proforma;

2.4. Warstwa 4 - transportu

2.4.1. ISO 8072: 1994 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Transport Service Definition.

2.4.2. ISO 8073: 1997 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Protocol for providing the connection-mode transport service.(Class 4). + Corr. 1:1993 + Corr. 2: 1994.

2.5. Warstwa 3 - sieci

2.5.1. ISO 8348: 1996 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Network Service Definition ;

2.5.2. ISO 8473 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Protocol for providing the connectionless-mode network service:

- a. ISO 8473-1: 1994 - Part 1: Protocol Specification + Amd.1: 1994 + Amd.2: 1995 + Amd.3: 1996;
- b. ISO 8473-2: 1996 - Part 2: Provision on the underlying service by an ISO/IEC 8802 subnetwork;
- c. ISO 8473 -4: 1995 - Part 4: Provision of the underlying service by the subnetwork that provides the OSI data link service.

2.5.3. ISO 9542:1988 - Information Processing Systems - Telecommunications and information exchange between systems - End system to intermediate system routing exchange protocol for providing the connectionless-mode network service (ISO 8473).

2.5.4 ISO 8648:1988 Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Internal Organisation of the Network Layer + Cor.1: 1991.

2.6. Warstwy 2 - łącza i 1 - fizyczna

2.6.1. ISO/IEC 8802 - Information Technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements.

- a. ISO/IEC TR 8802-1:1994 - Part 1: Overview of Local Area Network Standards.

- b. ISO/IEC 8802-2:1994 - Part 2: Logical Link Control
- c. ISO/IEC 8802-3:1996 - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Method and Physical Layer Specification.
- d. ISO/IEC 8802-4:1990 - Part 4: Token Passing Bus Access Method and Physical Layer Specification.

2.6.2. ISO/IEC 10039:1991 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Local Area Networks - Medium Access Control (MAC) service definition.

2.7. Zarządzanie siecią

2.7.1. ISO/IEC 9595:1991 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Common management information service definition + Corr. 1:1992 + Corr. 2:1992 + Corr. 3:1994 + Amd.4:1992 + Cor.4: 1995;

2.7.2. ISO/IEC 9596 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Common management information protocol.

a. ISO/IEC 9596-1:1991 - Part 1: Specification + Corr.1:1992 + Corr. 2:1992 + Corr.3:1992 + Corr. 4:1993 + Corr.5:1994.

b. ISO/IEC 9596-2:1993 - Part 2: Protocol implementation conformance statement (PICS) proforma + Corr. 1:1993 + Cor.2: 1996;

2.7.3. ISO/IEC 10164 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Systems Management:

a. ISO/IEC 10164-1: 1993 - Part 1: Object Management Function + Amendment 1:1996: Implementation Conformance Statement proformas + Cor.1: 1996;

b. ISO/IEC 10164-2: 1993 - Part 2: State Management Function + Amendment 1:1996: Implementation Conformance Statement proformas + Cor.1:1996 + Cor.1: 1996 to Amd.1;

c. ISO/IEC 10164-3: 1993 - Part 3: Attributes for representing relationships + Amendment 1:1996: Implementation Conformance Statement proformas + Cor.1: 1996 to Amd.1;

d. ISO/IEC 10164-4: 1992 - Part 4: Alarm Reporting Function + Amendment 1: 1995: Implementation Conformance Statement proformas + Cor.1: 1996 + Cor.1: 1996 to Amd.1;

e. ISO/IEC 10164-5: 1993 - Part 5: Event Report Management Function + Amendment 1:1995: Implementation Conformance Statement proformas + Cor.1: 1994 + Cor. 1: 1996 to Amd.1;

- f. ISO/IEC 10164-6: 1993 - Part 6: Log Control Function + Amendment 1:1996: Implementation Conformance Statement proformas + Cor.1: 1996 to Amd.1;
- g. ISO/IEC 10164-7: 1992 - Part 7: Security Alarm Reporting Function + Amendment 1:1996: Implementation Conformance Statement proformas Cor.1: 1996 to Amd.1;
- h. ISO/IEC 10164-8: 1993: - Part 8: Security Audit Trail Functions + Cor.1: 1995 + Cor.2: 1996;
- i. ISO/IEC 10164-9: 1995: - Part 9: Objects and Attributes for Access Control + Cor.1: 1996
- j. ISO/IEC 10164-10: 1995: - Part 10: Usage metering function for accounting purposes;
- k. ISO/IEC 10164-11: 1994: - Part 11: Metric objects and attributes;
- l. ISO/IEC 10164-12: 1994: - Part 12: Test management function;
- m. ISO/IEC 10164-13: 1995: - Part 13: Summarisation function;
- n. ISO/IEC 10164-14: 1996: - Part 14: Confidence and diagnostic test categories;
- o. ISO/IEC 10164-15: 1995: - Part 15: Scheduling function;
- p. ISO/IEC 10164-16: xxxx - Part 16: w opracowaniu;
- r. ISO/IEC 10164-17: 1997 - Part 17: Change over functions.

2.7. 5. ISO/IEC 10165 - Information Technology - Open Systems Interconnection -Structure of management information:

- a. ISO/IEC 10165-1: 1993: - Part 1: Management information model + Cor.1: 1994 + Amd.1: 1996;
- b. ISO/IEC 10165-2: 1992 - Part 2: Definition of management information;
- c. ISO/IEC 10165-3: xxxx - w opracowaniu;
- d. ISO/IEC 10165-4:1992 - Part 4: Guidelines for the definitionand management objects + Cor.1:1996 + Amd.1: 1996;
- e. ISO/IEC 10165-5: 1994 _ Part 4: Generic management information;
- f. ISO/IEC 10165-6:1996 - Part 6: Requirements and guidelines for Implementation Conformance Statement Proformas associated with OSI management;
- g. ISO/IEC 10165-7: 1996 - Part 7: General relationship model.

2.8. Badanie zgodności

2.8.1. ISO/IEC 9646 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Conformance Testing Methodology and Framework:

- a. ISO/IEC 9646-1: 1994 - Part 1: General concept

- b. ISO/IEC 9646-2:1994 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Conformance testing methodology and framework - Part 2: Abstract Test Suite Specification.
- c. ISO/IEC 9646-3:1992 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Conformance testing methodology and framework - Part 3: The Tree and Tabular Combined Notation (TTCN).
- d. ISO/IEC 9646-4:1994 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Conformance testing methodology and framework - Part 4: Test realisation.
- e. ISO/IEC 9646-5:1994 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Conformance testing methodology and framework - Part 5: Requirements on test laboratories and clients for the conformance assessment process.
- f. ISO/IEC 9646-6:1994 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Conformance testing methodology and framework - Part 6: Protocol profile test specification.
- g. ISO/IEC 9646-7:1995 - Information Technology - Open Systems Interconnection - Conformance testing methodology and framework - Implementation Conformance Statement.

Powyższa norma arkuszowa obejmuje zasadnicze problemy metodologiczne oceny zgodności z modelem OSI. W szczególności arkusz 1 normy:

a) Określa pojęcie zgodności z modelem OSI, przedstawiając:

- koncepcję ogólną zgodności;
- podział wymagań zgodności na obowiązkowe, warunkowe i opcjonalne;
- wymagania zgodności statycznej (static conformance requirements) to jest wymagania podające ograniczoną kombinację zaimplementowanych zdolności dopuszczonych w rzeczywistym systemie otwartym, która jest wymagana do uzyskania zgodności z daną specyfikacją; sprawdza się ją przez przegląd zgodności statycznej (static conformance review) czyli przegląd zasięgu w jakim wymagania zgodności statycznej są spełnione przez badany system, a wykonany przez porównanie z wymaganiami zgodności statycznej sformułowanymi w danej specyfikacji(ach);
- wymagania zgodności dynamicznej (dynamic conformance requirements), to jest wymagania określające, jakie obserwowane zachowanie w jednostkach komunikacji jest dozwolone przez daną(e) specyfikację(e).
- wymagania odnoszące się do syntaktyki przesyłu.

b) Opisuje zawartość deklaracji zgodności implementacji (ICS), w tym:

- deklarację zgodności implementacji protokołu (Protokol Implementation Conformance Statement - PICS), która może być deklaracją sporządzoną przez klienta, stwierdzającą jakie możliwości i opcje z danej normy mają być zaimplementowane, lub też jest deklaracją dostawcy o implementacji, określającą jakie możliwości i które opcje zostały zaimplementowane (oraz które pominięto) i stwierdzającą według jakich i tylko jakich wymagań ma być sprawdzana badana implementacja; deklarację sporządza się na formularzu PICS (PICS proforma), który jest dokumentem znormalizowanym, o postaci kwestionariusza, zaprojektowanym przez opracowującego normę, który po wypełnieniu staje się PICS.

- Deklarację zgodności profilowej implementacji, to jest deklarację o zrealizowaniu w danej implementacji wszystkich usług i protokołów wymaganych przez określony profil normalizacyjny (zestawienie wymagań norm z wybranymi opcjami);f
- deklarację zgodności systemu (system conformance statement) [3].

c) Stwierdza, że:

- podstawowym celem badań zgodności jest to, aby różne implementacje były zdolne do współpracy.

d) Opisuje bieg badań zgodności:

- podstawowe badanie połączeń;
- badanie zdolności;
- badanie zachowania;
- badanie końcowe zgodności.

jak je zdefiniowano w rozdziale 1.

e) Podaje:

- opisy protokołów, w tym PICS (patrz 1.1.23);
- opisy metod badań, w tym sporządzania informacji pomocniczych do badania implementacji protokołu (Protokol Implementation eXtra Information for Testing - PIXIT),
- sporządzanie PIXIT, który jest deklaracją sporządzoną przez klienta, zawierającą lub powołującą wszystkie informacje (dodatkowo do zawartych w PICS) odnoszące się do badanej implementacji i odpowiadającego jej badanego systemu, które umożliwią laboratorium badawczemu przeprowadzenie odpowiedniego ciągu badań tej implementacji, lub też jest deklaracją dostarczaną przez dostawcę, podającą informacje o sposobie realizacji stosownego ciągu testów na badanym systemie, szczegóły (np. wartości czasowe) i sprawy wykonawcze (np. powołanie na odpowiednie PICS); informacje te zamieszcza się na formularzu PIXIT (PIXIT proforma), który jest dokumentem nie znormalizowanym o postaci kwestionariusza, napisanym i dostarczonym przez laboratorium badawcze, a który skompletowany podczas przygotowywania badań staje się PIXIT.

f) opisuje proces oceny zgodności (patrz rozdział 1.).

Pozostałe arkusze normy opisują między innymi.:

- abstrakcyjny ciąg badań (abstract test suite) to jest kompletny zestaw abstrakcyjnych jednostek badań, w miarę możliwości powiązanych w zagnieżdżone abstrakcyjne grupy badań, konieczny do wykonania badań zgodności z normą lub grupą norm, gdzie abstrakcyjna jednostka badań (abstract test case) jest to jeden lub więcej plików, zawierających cel badań, niezależnych tak od implementacji jak i wartości, tworzących bazę formalną, wg której wykonuje się badania;

- kombinowaną notację drzewiastą i tabelaryczną;
- realizację badań;
- wymagania dotyczące laboratoriów badawczych i ich klientów;
- specyfikację badań protokołu wg profilu;
- deklarację zgodności implementacji (patrz wyżej).

g. określenia, wykorzystane przy omawianiu badań zgodności.

Cała omówiona norma dotyczy modułów oprogramowania.

2.9. Zagadnienia specjalne

2.9.1. ISO/TR 12178:1994 Industrial automation. Time-critical communications architectures. User requirements.

Norma omawia:

- ogólne wymagania z punktu widzenia użytkownika;
- model aplikacji;
- zagadnienia integracyjne;
- różnicowanie komunikatów i atrybuty POU;
- zagadnienia czasowe m. in. wymagania do spójności czasowej;
- elastyczność systemu - w tym: sterowanie wykrywaniem błędów przez użytkownika, mechanizmy wspomagające wykrywanie błędów, dostępność;
- zagadnienia topologii i zarządzania;
- wymagania użytkownika dotyczące wzorcowania i badania;
- miary osiągnięć, parametry czasowe w transferze komunikatów i proponowane techniki;
- rodzaje i konfiguracje stanowisk badawczych.

2.9.2. ISO 13345:1994 Industrial automation systems. Specification of subsets of the protocol for ISO/IEC 9506.

Norma specyfikuje 166 różnych podsieci oraz podaje zestawy rozkazów protokołów zarządzania plikami: otwórz plik, zamknij plik, czytaj plik, zmień nazwę pliku, usuń plik, katalog plików.

3. NORMY DOTYCZĄCE SIECI MIEJSCOWYCH

3.1 Fieldbus IEC

Sieć miejscowa IEC, o zastrzeżonej nazwie „Fieldbus” jest opisana następującymi normami i projektami norm pod wspólnym tytułem IEC 61158: Fieldbus standard for use in industrial control systems:

- a. pr. IEC 61158-1- Part 1: Introductory guide.
- b. IEC 1158-2:1993 - Part 2: Physical layer specification and service definitions.
+ Amendment 1:1995. (Optical Fibres).
+ Amendment 2:19xx. (Radio MAU).
+ pr. Amendment 3:19xx .(changes in Current Mode MAU)
- c. pr. IEC 61158-3 - Part 3: Fieldbus Data Link Layer Service Definition.
- d. pr. IEC 61158-4 - Part 4: Fieldbus Data Link Layer Protocol Specification.
- e. pr. IEC 61158-5 - Part 5: Fieldbus Application Layer Service Definition.
- f. pr. IEC 61158-6 - Part 6: Fieldbus Application Layer Protocol.
- g. pr. IEC 61158-7 - Part 7: Fieldbus System Management.
- h. pr. IEC 61158-8 - Part 8: Fieldbus Conforming Testing.

Stan formalny na koniec listopada 1997 r. jest następujący:

- arkusz 1, w wersji końcowego projektu komitetu (CDV) jest po głosowaniu , wyniki jeszcze nie są nam znane;
- arkusz 2 jest ustanowiony,
- zmiana 1 jest ustanowiona;
- zmiana 2, w wersji końcowego projektu normy (FDIS) jest po głosowaniu i zaakceptowana;
- zmiana 3, w wersji końcowego projektu komitetu (CDV) jest po głosowaniu i zaakceptowana jako projekt normy międzynarodowej (FDIS);
- arkusze 3 i 4, w wersji końcowego projektu normy (FDIS), są w głosowaniu, przy czym jego termin upłynął z dniem 1 listopada 1997 r., a wyniki nie są nam jeszcze znane;
- arkusze 5 i 6, w wersji końcowego projektu normy, są po głosowaniu, wyniki nie są nam jeszcze znane;
- arkusz 7, w wersji projektu komitetu do głosowania (CDV) jest w opracowaniu, aktualnym planowanym terminem zakończenia jest luty 1998 r.;

- arkusz 8 - prace się dopiero rozpoczynają - pierwszy dokument wstępny ma być w lutym 1998 r.

Fieldbus jest ogólnym terminem określającym szeregową, cyfrową sieć komunikacyjną integrującą urządzenia pomiarowe, sterownicze i wykonawcze za pomocą medium o dzielnym dostępie. Jest ona przeznaczona do umożliwienia spójnej integracji systemów obiektowych i jest adresowana do wytwarzania, sterowania procesami, do produkcji i przesyłu energii, automatyzacji budynków i podobnych zastosowań.

Sieć zdefiniowana normą IEC 61158 stosuje konwencję systemów otwartych podaną w serii norm ISO/IEC Information Technology - Open Systems Interconnection (OSI). Jak we wszystkich normach komunikacyjnych odpowiadających modelowi OSI, w warstwach powyżej warstwy fizycznej występuje rygorystyczne rozdzielenie między usługami i protokołami. Takie rozwiązanie zachowuje zasadę architektury warstwowej, która zapewnia dobrze zdefiniowany i wyczerpujący interfejs warstwy do użytkownika zewnętrznego, którego zachowanie nie powinno być zakłócanie przez wewnętrzne mechanizmy warstwy.

IEC 61158 jest przeznaczona do realizacji najniższego poziomu w hierarchii sterowania przemysłowego, tam gdzie podstawową jest komunikacja krytyczna czasowo. Specyfikacja techniczna przewiduje prostą komunikację do prostych urządzeń takich jak czujniki, elementy wykonawcze i proste sterowniki oraz rozszerzone funkcje transmisji w przypadku urządzeń inteligentnych. Jej istotnymi zaletami są:

- „aktualność czasowa” przesyłu danych, zasadnicza cecha w przypadku systemów sterowania, pomijana w większości systemów technologii informatycznej i telekomunikacji;
- stosowania „rozgłaszania ogólnego” (broadcast - przesyłka skierowana do wszystkich) lub „rozgłaszania ograniczonego” (multicast - przesyłka skierowana do wybranego zestawu odbiorców);
- nienaruszalność danych w trudnych warunkach otoczenia przemysłowego, w szczególności odporność na zakłócenia elektromagnetyczne i radiokomunikacyjne;
- istnienie wersji iskrobezpiecznej;
- mechanizm dostępu do medium przesyłowego łączy „elastyczność” w przekazywaniu znacznika z „aktualnością czasową” przesyłu danych;
- możliwość wyboru między zorientowaną połączeniowo i bezpołączeniową wersją usług;
- możliwość wyboru między hierarchiczną a płaską strukturą adresowania;
- aplikacje mogą działać interakcyjne według modelu użytkownik/serwer lub wydawca/prenumeratorem.

Szeroki zakres zastosowań wynika z licznych rodzajów mediów przesyłowych przewidzianych przez arkusz 2 normy (61158-2), a mianowicie:

MEDIA PRZEWODOWE:

- napięciowe (sprężenie równoległe) - 31,25 kbit/s, 1900 m, segment bez wzmacniaków;
- napięciowe (sprężenie równoległe - 1,0Mbit/s, 750 m, segment bez wzmacniaków;

- napięciowe (sprężenie równoległe - 2,5 Mbit/s, 500 m, segment bez wzmacniaków;
- prądowe (sprężenie szeregowo indukcyjne) 200mA, 1.0 Mbit/s, 750 m, segment bez wzmacniaków;
- prądowe (sprężenie szeregowo indukcyjne) 1A, 1.0 Mbit/s, 400 m, segment bez wzmacniaków;

Medium prądowe 31,25 kbit/s jest przewidziane w następujących opcjach:

- zasilane oddzielnie (nie przez linie sygnałowe), nie iskrobezpieczne;
- zasilane przez linie sygnałowe, nie iskrobezpieczne;
- zasilane oddzielnie (nie przez linie sygnałowe), iskrobezpieczne;
- zasilane przez linie sygnałowe, iskrobezpieczne;

MEDIA OPTYCZNE

- jednordzeniowe 100 μm /140 μm , 31,25 kbit/s, z biernymi odbiciowymi sprzęgaczami gwiazdowymi lub aktywnymi sprzęgaczami gwiazdowymi;
- dwurdzeniowe 62,5 μm /125 μm , 31,25 kbit/s, z biernymi transmisyjnymi sprzęgaczami gwiazdowymi lub aktywnymi sprzęgaczami gwiazdowymi;
- dwurdzeniowe 62,5 μm /125 μm , 1,0 Mbit/s lub 2,5 Mbit/s, z biernymi transmisyjnymi sprzęgaczami gwiazdowymi lub aktywnymi sprzęgaczami gwiazdowymi;

MEDIA RADIOWE

- 4800 bit/s, z gaussowsko minimalnym kluczowaniem rejestrów, o zasięgu 40 m, 400 m i 4000 m., bazujące na standardzie ETSI 300 131 Cyfrowa Elektroniczna Telefonía Bezprzewodowa;
- 31,25 kbit/s i 1Mbit/s, z bezpośrednim sekwencyjnym rozgłaszaniem widma (DSSS), bazujące na standardzie IEEE 802-11 stosującym pasmo 2.4 - 2,5 GHz.

Arkusze 2 normy zyskał ogólne poparcie i wymienione w nim media transmisyjne są wprowadzane do ofert wytwórców przykładem może być PROFIBUS PA stosujący medium iskrobezpieczne zgodne z 61158-2). Natomiast pozostałe arkusze normy są przedmiotem ciągłych kontrowersji; zarzuca się m.in. nie realizowanie niektórych funkcji używanych obecnie przez użytkowników.

Kontrowersje te mają źródło w bardzo długim czasie opracowywania normy (początek prac to rok 1985), bazowaniu głównie na poglądach amerykańskiej ISA (Instrument Society of America) i powstaniu licznych rozwiązań fabrycznych (np. FIP, PROFIBUS, INTERBUS, SERCOS, P-NET), opracowanych przez firmy i konsorcja nie mogące doczekać się normy międzynarodowej. Rozwiązania te doczekały się uznania w postaci norm krajowych, a następnie europejskich. Biorąc pod uwagę ogromne nakłady na opracowanie i uruchomienie produkcji specjalizowanej bazy elementowej, oprogramowania komunikacyjnego i promocji handlowej, nie należy spodziewać się szybkiego zaakceptowania, zwłaszcza w Europie, rozwiązań wg IEC 61158, innych niż media transmisyjne.

3.2. Sieci miejscowe wg norm europejskich

3.2.1. Informacje ogólne

Sieci miejscowe, znormalizowane przez CENELEC na poziomie europejskim, są objęte normą EN 50170 pod tytułem - General purpose field communication system - o następującej zawartości::

- Volume 1: P-NET;
- Volume 2: PROFIBUS;
- Volume 3: WorldFIP.

Jej status formalny jest następujący:

- ratyfikowana: 1996-07-02;
- końcowy termin na ogłoszenie na szczeblu krajowym o wprowadzeniu normy europejskiej: 1996-09-01;
- końcowy termin na opublikowanie normy krajowej identycznej lub zharmonizowanej z normą europejską: 1997-06-01;
- końcowy termin na unieważnienie norm krajowych sprzecznych z normą europejską: 1997-06-01.

Wynika z tego, że EN 50170 jest w krajach UE jedyną legalną normą dotyczącą sieci miejscowych.

3.2.2. Volume 1: P-NET zawiera postanowienia dotyczące:

- Część 0-1: Wprowadzenie;
- Część 1-1: Ogólny opis tomu 1 (P-NET) EN 50170;
- Część 2-1: Specyfikacja warstwy fizycznej i definicje usług;
- Część 3-1: Definicje usług warstwy łącza (definiowanie usług łącznie z protokołem w 4-1);
- Część 4-1: Specyfikacje protokołów warstwy łącza;
- Część 5-1: Definicje usług warstwy zastosowań;
- Część 6-1: Specyfikacje protokołów warstwy zastosowań;
- Część 7-1: Zarządzanie siecią;
- Część 8-1: Specyfikacja użytkownika.

3.2.3. Volume 2: PROFIBUS zawiera postanowienia dotyczące:

- Część 1-2: Ogólny opis tomu 2 (PROFIBUS) EN 50170;
- Część 2-2: Specyfikacja warstwy fizycznej i definicje usług;
- Część 3-2: Definicje usług warstwy łącza;
- Część 4-2: Specyfikacje protokołów warstwy łącza (specyfikowanie protokołu łącznie z usługami w 3-2);
- Część 5-2: Definicje usług warstwy zastosowań - Fieldbus Message Specification (FMS);

- Część 4-2: Specyfikacje protokołów warstwy łącza (specyfikowanie protokołu łącznie z usługami w 3-2);
- Część 5-2: Definicje usług warstwy zastosowań - Fieldbus Message Specification (FMS);
- Część 6-2: Specyfikacje protokołów warstwy zastosowań;
- Część 7-2: Zarządzanie siecią - Fieldbus Management Layer 7(FMA7);
- Część 8-2: Specyfikacja użytkownika - w tym:
 - 8-2-5: Wymagania dotyczące EN 50170 Volume 2 bus - DP System (DP = Decentralized Peripherals);
 - 8-2-6: Właściwości systemu;
 - 8-2-7: Model komunikacyjny;
 - 8-2-8: Dostęp do medium i protokół transmisji;
 - 8-2-9: Interface między DDLM i Interfejsem Użytkownika;
 - 8-2-10: Interfejs między Interfejsem Użytkownika i Użytkownikiem;
 - 8-2-11: Kodowanie;
 - 8-2-12 Direct - Data - Link - Mapper (DDLMM);

Sieć PROFIBUS jest ponadto objęta normą niemiecką DIN 19245: Measurement and control. PROFIBUS. Process field bus:

- DIN 19245-1:1991- Part 1: Data Transmission Technique, Medium Access Methods, and Transmission Protocol, Service Interface to the Application Layer, Management.(Layer 1 and 2 of ISO-Reference model).
- DIN 19245-2:1991- Part 2: Communication Model, Services for User Application, Protocol Specification, Coding, Data Link Layer Interface, Management.
- pr.DIN 19245-3:1995 - Part 3: PROFIBUS -DP.

które przytoczono ze względu na rozpowszechnienie w Polsce.

Sieć PROFIBUS została szczegółowo omówiona w [7].

3.2.4. Volume 3: WorldFIP zawiera postanowienia dotyczące:

- Część 1-3: Ogólny opis tomu 3 (WorldFIP) EN 50170;
- Część 2-3: Specyfikacja warstwy fizycznej i definicje usług;
- Część 3-3: Definicje usług warstwy łącza;
- Część 4-3: Specyfikacje protokołów warstwy łącza (definiowanie protokołu ma miejsce łącznie z usługami w 3-3);
- Część 5-3: Definicje usług warstwy zastosowań;
- Część 6-3: Specyfikacje protokołów warstwy zastosowań;
- Część 7-3: Zarządzanie siecią;

4. WYBRANE NORMY DOTYCZĄCE SPRZĘTU I OPROGRAMOWANIA

W tym rozdziale zestawiono wymagania dotyczące ważniejszych składników systemu; są to wymagania funkcjonalne oraz wymagania odporności na działanie narazań środowiskowych i elektromagnetycznych, te ostatnie są formułowane na ogół na bazie lub przez powołanie odpowiednich norm szczegółowych wymienionych poniżej.

Należy zaznaczyć, że wszystkie komputery i stacje komputerowe instalowane poza biurami powinny co najmniej spełniać wymagania stawiane sterownikom programowalnym.

4.1. Sterowniki programowalne

4.1.1. Norma IEC 1131: Programmable controllers:

- a. IEC 1131-1:1992 (EN 61131_1: 1995) - Part 1: General Information. (Wersja polska (PN-IEC 1131-1: 1996 - Sterowniki programowalne - Postanowienia ogólne);
- b. IEC 1131-2:1992 (EN 61131-2:1994 + A1:1996) - Part 2: Equipment requirements and tests. (Wersja polska PN-IEC 1131-2: 1996 - Sterowniki programowalne - Wymagania i badania dotyczące sprzętu);
- c. IEC 1131-3:1993 (EN 61131:1993). Part 3: Programming languages (Wersja polska PN-EN 61131-3: 1997 - Sterowniki programowalne - Języki programowania) + Amd.1 (w opracowaniu)
- d. IEC TR 1131-4: 1995 - Part 4: User guidelines.
- e. IEC DIS 61131-5 - Part 5: Programmable controller communication (w opracowaniu);
- f. IEC CD 61131-6 - Part 6: Programmable controllers communication via Fieldbus (w opracowaniu).
- g. IEC CD 61131-7 - Part 7: Fuzzy control programming (w opracowaniu).
- h. IEC CD 61131-8 - Part 8: Guidelines for the application and implementation of languages for programmable controllers (w opracowaniu)

4.1.2. PN-IEC 1131-1 podaje wymagania m. in. w zakresie:

- podstawowej struktury funkcjonalnej systemu sterowników programowalnych;
- charakterystyk funkcji przetwarzania sygnałów;
- charakterystyk funkcji interfejsu z czujnikami i elementami wykonawczymi;
- charakterystyk funkcji komunikacyjnych;
- charakterystyk funkcji interfejsu człowiek - maszyna;
- Charakterystyk funkcji programowania, uruchamiania, testowania i dokumentowania.
- charakterystyk funkcji zasilania;
- dyspozycyjności i niezawodności;
- charakterystyk ergonomicznych;
- schematu definicyjnego sprzętu systemu sterownika programowalnego;

- typowej struktury funkcjonalnej systemu sterownika programowalnego.

Rozpoczyna się proces nowelizacji IEC 1131-1 w celu uwzględnienia wymagań Dyrektyw UE.

4.1.3. PN-IEC 1131-2 podaje wymagania m.in. w zakresie:

- normalnych i specjalnych warunków użytkowania;
- warunków transportu i przechowywania;
- parametrów zasilania, wejść i wyjść cyfrowych, wejść i wyjść analogowych;
- interfejsów komunikacyjnych;
- jednostek centralnych i pamięci;
- oddalonych stanowisk wejść i wyjść oraz peryferiów;
- odporności na zakłócenia i emitowania zakłóceń;
- właściwości izolacji, ochrony przed porażeniem elektrycznym, odstępów izolacyjnych powietrznych i powierzchniowych oraz palności materiałów izolacyjnych;
- autotestów i diagnostyki;
- uzemień ochronnych i funkcjonalnych;
- obudów, kabli, sznurów połączeniowych, załączania i odłączania jednostek wymiennych;
- znakowania i identyfikacji;
- informacji i dokumentacji dostarczanych przez producenta;
- badań i sprawdzeń wchodzących w skład badań typu i badań wyrobu;
- współczynnika korekcyjnego napięć probierczych zależnego od ciśnienia atmosferycznego.

Rozpoczyna się proces nowelizacji IEC 1131-2 w celu uwzględnienia wymagań Dyrektyw UE.

4.1.4. PN-EN 61131-3 podaje wymagania m.in. w zakresie:

- modeli oprogramowania, komunikacji i programowania;
- elementów wspólnych języków programowania. stosowania znaków drukowalnych. zewnętrznej reprezentacji danych, typów danych, zmiennych, jednostek organizacyjnych programu, elementów sekwencyjnego schematu funkcjonalnego, elementów konfiguracji;
- języków tekstowych: IL (języka listy rozkazów) i ST (języka tekstu strukturalnego);
- języków graficznych: języka LD (schematu drabinkowego) zasilania i języka FDB (funkcjonalnego schematu blokowego)

Ponadto norma zawiera załączniki:

- metoda specyfikacji języków tekstowych;
- formalna specyfikacja elementów języka;
- ograniczniki i słowa kluczowe, parametry zależne od implementacji;
- warunki powstawania błędów;

- 8 przykładów i 62 tablice.

4.1.5. IEC 1131-4 podaje informacje i wskazówki m.in. w zakresie.

- analizy i specyfikacji systemu przez użytkownika;
- wyboru konfiguracji sterownika programowalnego i techniki jego zastosowania. - w tym: redundancji, wejść i wyjść cyfrowych i analogowych, modułów zasilania, procesora, interfejsu operatora, wyposażenia testowego, narzędzi programowych i uruchomieniowych, oprogramowania;
- planu zatwierdzania i dokumentacji;
- bezpieczeństwa i urządzeń ochronnych - w tym zabezpieczenia samego urządzenia i ochrona personelu obsługującego;
- badań poprzedzających zainstalowanie - w tym: określenie konfiguracji zestawu badanego, badanie naceLOWane na potrzeby użytkownika - symulacja i badanie oprogramowania;
- instalowania, komisijnego przekazania oraz utrzymania i serwisu.

Podjęto prace przy rewizji tego raportu technicznego, tak by treścią lepiej odpowiadał pozostałym arkuszom normy.

4.1.6. Projekt IEC 61131-5 ma obejmować wymagania związane z komunikacją inną niż przez usługi MMS (patrz rozdział 2.1). Będą zdefiniowane interfejsy komunikacyjne i właściwości funkcjonalnych bloków komunikacyjnych w sposób niezależny od protokołu.

4.1.7. Projekt IEC 61131-6 ma obejmować zagadnienia komunikacji przez magistral Fieldbus (patrz r. 3.1.). Wskutek opóźnień w opracowaniu tej magistrali, prace nad tym arkuszem normy zostały wstrzymane do chwili uzgodnienia IEC 1158-5.

4.1.8. Projekt IEC 1131-7 dotyczy programowania sterowników programowalnych za pomocą metod logiki rozmytej i obejmuje m. in. następujące zagadnienia:

- integrację z metodami programowania sterowników przez wprowadzenia bloków funkcjonalnych;
- opis języka sterowania rozmytego FLC - w tym: wymianę danych między programami, elementy języka logiki rozmytej, interfejsy bloków funkcjonalnych, przykład języka;
- zgodność z normą;
- załączniki zawierające elementy teorii logiki rozmytej i przykłady stosowania.

4.1.9. Projekt IEC 61131-8 podaje informacje i wskazówki m.in. w zakresie:

- wyjaśnień wprowadzających w zagadnienia ujęte w PN-EN 61131-3;
- stosowania typu danych w konkretnej aplikacji;
- pobierania i wydawania danych;
- różnic między przedstawieniem za pomocą bloków funkcjonalnych i funkcjami oraz stosowanie pośrednio powołanych bloków funkcyjnych.

- rekurencji wewnątrz języków programowania sterowników programowalnych;
- szczególnych właściwości języków programowania i stosowania ich elementów;
- mechanizmów kolejowania, współbieżności i synchronizacji;
- narzędzi komunikacyjnych z ISO/IEC 9506-5 i IEC 1131-5;
- postępowania przy programowaniu oraz zasad implementacji i oceny zgodności;
- wymagań dotyczących otoczenia programowego.

4. 2. Regulatory, przetworniki, siłowniki

4.2.1. Wykaz norm

- a. IEC 546-1: 1987(EN 60546-1: 1993) - Controllers with analog signals for use in industrial- process control systems - Part 1: Methods of evaluating of performance (Wersja polska PN-93/M-42070/01 - Automatyka i pomiary przemysłowe - Regulatory z sygnałami analogowymi - Metody badań pełnych).
- b. IEC 546-2: 1987:(EN 60546-2: 1993, Controllers with analog signals for use in industrial- process control systems - Part 2 : Guidance for inspections and routine testing (Wersja polska PN-93/M-42070/2 - Automatyka i pomiary przemysłowe - Regulatory z sygnałami analogowymi - Wytyczne dotyczące badań niepełnych).
- c. PN-86/M-42056 - Automatyka i pomiary przemysłowe - Regulatory elektryczne o działaniu nieciągłym - Wymagania i badania.
- d. IEC 61297: 1995 (EN 61297: 1995) - Industrial process control systems - Classification of adaptive controllers for the purpose of evaluation (Wersja polska pr. EN 61297 - Klasyfikacja regulatorów adaptacyjnych w celu ich oceny w systemach automatyki przemysłowej)
- e. IEC 1003-1: 1991- Industrial process control systems. instruments with analog inputs and two-or multi-state outputs - Part 1: Methods of evaluating the performance (Wersja polska PN-93/M-4271/01 - Automatyka i pomiary przemysłowe - Urządzenia z analogowymi wejściami i dwu-lub wielostanowymi wyjściami - Wytyczne dotyczące badań pełnych).
- f. IEC 770: 1984 - Transmitters for use in industrial-process control systems - Methods of evaluating the performance of transmitters for use in industrial-process control systems (Wersja polska PN-85/M-42057 - Automatyka i pomiary przemysłowe - Przetworniki pomiarowe wielkości nieelektrycznych - badania)
- g. IEC 770-2: 1989 Transmitters for use in industrial-process control systems - Part 2: Guidance for inspection and routine testing.
- h. PN-92/M-42011- Automatyka i pomiary przemysłowe - Siłowniki elektryczne - Ogólne wymagania i badania.
- i. PN89/M-42086 - Roboty przemysłowe - Układy sterujące sekwencyjne, pozycyjne i ciągłe - Wymagania i badania.

4.2.2. PN-93/M-42070/01 podaje wymagania m. in. w zakresie:

- podstawowych warunków badań;
- błędu porównania,

- nastaw i wartości parametrów;
- oddziaływania wielkości wpływających;
- charakterystyk wyjścia oraz poboru mocy;
- charakterystyki częstotliwościowej;
- podstawowych parametrów bezpieczeństwa: wytrzymałości elektrycznej izolacji, rezystancji elektrycznej izolacji i przeciążalności wejścia;
- sprawdzenia projektu, części konstrukcyjnych i jakości zastosowanych elementów i materiałów.

4.2.3. PN-93/M-42070/02 podaje wymagania m. in. w zakresie:

- pobierania próbek do badań niepełnych;
- sprawdzenia działania algorytmów regulatora: błędu porównania, działania proporcjonalnego, całkującego i różniczkującego;
- sprawdzenia wpływu zmian zasilania i przełączania rodzaju sterowania
- sprawdzania źródła wartości zadanej i nastawialnego ręcznie źródła sygnału wyjściowego.

4.2.4. PN-86/M-42056 podaje wymagania m. in. w zakresie:

- rodzajów i wartości sygnałów;
- parametrów metrologicznych - w tym: wartości i zakresów nastaw parametrów, błędów podstawowego, błędu dodatkowego, niedokładności nastaw parametrów;
- parametrów konstrukcyjnych - w tym: wymiarów, pozycji pracy, wykończenia;
- podstawowych parametrów bezpieczeństwa: wytrzymałości elektrycznej izolacji, rezystancji elektrycznej izolacji i przeciążalności wejścia;
- warunków środowiskowych i sprawdzenia odporności i wytrzymałości urządzeń, stopnia ochrony, poboru mocy;
- stałości parametrów.

4.2.5. prPN-EN 61297 podaje m. in. następujące informacje:

- podział wg metod adaptacji:
terminologię dotyczącą regulatorów z samoadaptacją;
- terminologię dotyczącą regulatorów o ustalonym postępowaniu adaptacyjnym;
- terminologię dotyczącą opisu procesu adaptacji.

4.2.6. PN-93/M-4271/01 podaje wymagania m. in. w zakresie:

- warunków otoczenia, zasilania, obciążenia, nastawy wartości zadanej, histerezy;
- sprawdzania nastawy wartości zadanej;
- sprawdzenia oddziaływania wielkości wpływających;

- odpowiedzi w stanie nieustalonym przyrządu dwustawnego, wskazań wielkości mierzonej i adiustacji strefy histerezy;
- badań przyrządów wielostawnych;
- podstawowych parametrów bezpieczeństwa: wytrzymałości elektrycznej izolacji, rezystancji elektrycznej izolacji i przeciążalności wejścia;

4.2.7. PN-85/M-42057 podaje wymagania m. in. w zakresie:

- ogólnej procedury badań;
- warunków otoczenia w trakcie badań;
- wyznaczania właściwości statycznych;
- wyznaczania właściwości dynamicznych;
- przetwarzania i prezentacji wyników.

4.2.8. IEC 770-2: 1984 podaje wymagania m. in w zakresie;

- pobierania próbek do badań niepełnych;
- sprawdzenia charakterystyk przetwornika;
- sprawdzenia wpływu zmian zasilania .

4.2.9. PN- 92/M-42011 podaje wymagania m. in. w zakresie

- klasyfikacji siłowników;
- znamionowych napięć i częstotliwości zasilania;
- sygnałów wejściowych i wielkości wyjściowych;
- charakterystyk dokładności: statycznych i dynamicznych;
- podstawowych parametrów bezpieczeństwa: wytrzymałości elektrycznej izolacji, rezystancji elektrycznej izolacji i przeciążalności wejścia;
- wymagań konstrukcyjnych - w tym: samohamowności; układu przeciążeniowego, wskaźnika i nadajnika oraz przetwornika i wyłączników położenia, napędu ręcznego i wyposażenia;
- rodzaju pracy;
- warunków środowiskowych i metod sprawdzenia odporności i wytrzymałości w tych warunkach;
- niezawodności;
- programu i metod badań.

4.2.10. PN-89/M-42086 podaje wymagania m in. w zakresie:

- charakterystyk funkcjonalnych;
- warunków użytkowania i bezpieczeństwa obsługi;

- podstawowych parametrów bezpieczeństwa: wytrzymałości elektrycznej izolacji, rezystancji elektrycznej izolacji i przeciążalności wejścia;
- konstrukcji - w tym wymiarów paneli, stopnia ochrony, wyboru położeń i kierunków ruchu elementów sterujących i kontrolnych, symboli graficznych;
- kompletności przy dostawie;
- zakresu i metod badania.

4.3. Języki programowania

Poza normami dotyczącymi języków programowania sterowników programowalnych należy wymienić kilka innych norm z tego zakresu.

4.3.1. Wykaz norm

- a. ISO/TR 12186: 1993 - Manufacturing automation programming language overview (MAPLE).
- b. IEC 61512-1:1997 - Batch control. - Part 1 : Models and Terminology.
- c. IEC CD 1512-2:199x: Batch control. - Part 2: Data structures and guidelines for languages.(w opracowaniu).
- d. IEC 61499-1: 199X (Draft 65/216/CD) - Function blocks for industrial-process measurement and control systems - Part 1: Architecture.
- e. IEC 61499-2: 199X (Draft 65/217/CD) - Function blocks for industrial-process measurement and control systems - Part 2: Life-cycle support model.
- f. IEC 1804-1: 199X (Draft) - Functions blocks for process control - Part 1: Requirements (w opracowaniu).
- g. f. IEC 1804-2: 199X (Draft) - Functions blocks for process control - Specification (w opracowaniu).

4.3.2. ISO/TR 12186 jest omówiony w tomie 2, nie będzie więc to powtarzane.

4.3.3. IEC 61512-1 podaje wymagania m. in. w zakresie:

- modeli fizycznych procesów wsadowych i klasyfikacji gniazd, w których są realizowane;
- rozwiązania sterowania - w tym :struktur sterowania procesami wsadowymi, modeli zasobów, przepisów postępowania, planów i harmonogramów produkcji, informacji związanych z produkcją, alokacji i arbitracji, trybów i stanów;
- postępowania i funkcjonowania w odniesieniu do powyżej wymienionych elementów.

4.3 4. IEC 61512-2 - treść jest obecnie nie opublikowana.

4.3.5. IEC 61499-1: 199X (Draft) podaje wymagania m in. w zakresie:

- specyfikacji typów bloków funkcyjnych - bloki podstawowe: deklarowanie typu, właściwości egzemplarzy, bloki złożone, interfejsy dopasowujące, postępowanie w przypadkach nietypowych;
- bloków funkcyjnych opisujących usługi interfejsowe;
- konfiguracji jednostek funkcyjnych i układów;
- zgodności;
- bloków funkcyjnych opisujących zdarzenia;
- składni tekstowej;
- wspólnych elementów systemu bloków funkcyjnych.

Ponadto norma podaje przykłady i informuje o powiązaniach z IEC 61131 (PN-EN 61131), zagadnieniach komunikacji wewnątrz systemu bloków funkcyjnych, zarządzaniu urządzeniami i zasobami i zagadnieniach aplikacyjnych.

Jest to system programowania układów automatyki naceLOWany, wg Autorów na przyszłe stulecie. W szczególności podkreśla się takie jego cechy jak:

- zintegrowanie z systemami zarządzania;
- intensywność informacyjna;
- reprogramowalność i rekonfigurowalność;
- możliwość zmieniania w sposób ciągły;
- integrowanie programowania sterowników programowalnych (PN-EN 61131-3) i systemów sterowania danymi (IEC 61804).

4.3.6. IEC 61499-2: 199X (Draft) podaje wymagania m. in. w zakresie:

- modelu odniesienia dotyczącego cyklu trwałości;
- znormalizowanych bloków funkcyjnych stanowiących platformę modelu odniesienia;
- wymagania zgodności.

Ponadto norma podaje przykłady, atrybuty, specyfikację tekstową i modele formalne.

4.6.5. IEC 61804-1 i IEC 61804-2 nie mają jeszcze opublikowanych projektów. Podane przez Autorów założenia przewidują:

- wspomaganie systemów Fieldbus (patrz r. 3.1), przy niezależności od techniki transmisji;
- opisanie rozproszonych zastosowań bloków funkcyjnych do zadań sterowania procesami;
- stosowanie aplikacji bazujących na blokach funkcyjnych w rozmaitych technologiach przesyłu danych;
- stworzenie podstawy do realizacji funkcji inżynierii systemów;
- umożliwienie współpracy i wymienności w ramach tej samej technologii;
- dodawanie nowych bloków funkcyjnych.

5. NORMY DOTYCZĄCE WARUNKÓW ŚRODOWISKOWYCH

5.1. Wprowadzenie

Każde urządzenie techniczne podlega wpływom otoczenia czyli środowiska w którym pracuje, oraz oddziałowuje na to środowisko.

W zależności od makroklimatu otoczenia rozróżnia się następujące rodzaje stref klimatycznych:

- o klimacie umiarkowanym;
- o klimacie umiarkowanym morskim;
- o klimacie tropikalnym wilgotnym;
- o klimacie tropikalnym suchym;
- o klimacie tropikalnym suchym i wilgotnym;
- o klimacie morskim tropikalnym.

W poniższym zestawieniu podano normy dotyczące grup wyrobów, (product family standards) będących w polu zainteresowania PBZ, pominięto natomiast normy ogólne dotyczące narażeń środowiskowych, jako że wybrane z nich wymagania są wpisane w zacytowane normy. W celu przedstawienia zakresu znormalizowanych prób środowiskowych wyliczono ich rodzaje, bez szczegółowszego omówienia. Pominięto normy specjalistyczne dotyczące pracy wyrobów w warunkach innych niż klimatu umiarkowanego.

5.2. Normy dotyczące badań

Znormalizowane warunki i metody badań wpływu czynników środowiskowych na urządzenia są ujęte w serii norm PN-xy/E-046zt będącej polską wersją Publikacji IEC 68-1 i 68-2-uv.

5.2.1. PN-92/E-04600 (IEC 68-1: 1988+ Amd 1: 1992) Próby środowiskowe - Postanowienia ogólne i wytyczne podaje:

- normalne warunki atmosferyczne: atmosferyczne warunki odniesienia, normalne warunki atmosferyczne rozjemcze, normalne warunki atmosferyczne pomiarów i prób i normalne warunki stabilizowania końcowego;
- szereg klimatyczny do właściwego przeprowadzenia sekwencji prób;
- ogólne wytyczne prowadzenia badań środowiskowych;
- znaczenie wartości liczbowych określających wielkość środowiskową;
- kategorie klimatyczne podzespołów;
- oznaczenia grup prób objętych dalszymi arkuszami normy, a to:
 - A - zimno;
 - B - suche gorąco;
 - C - wilgotne gorąco (stałe);
 - D - wilgotne gorąco cykliczne;
 - E - udary (pojedyncze, wielokrotne, upuszczenia i przewrócenia, spadki swobodne, kolebania, uderzenia);

- F - wibracje;
- G - przyspieszenia (stałe);
- H - próby obecnie nie sklasyfikowane, dotyczące naśladowania warunków składowania;
- J - pleśnie;
- K - atmosfery korozyjne (mgła solna, dwutlenek siarki, siarkowodór);
- L - pył i piasek;
- M - ciśnienie atmosferyczne (wysokie i niskie);
- N - zmiany temperatury;
- P - próby nie sklasyfikowane, dotyczące „zagrożenia ogniowego”;
- Q - szczelność (łącznie ze szczelnością obudowy, szczelnością pojemników i ochroną przed wyciekaniem i wyciekaniem płynów);
- R - woda (np. deszcz, woda kapiąca);
- S - promieniowanie;
- T - lutowność (łącznie z odpornością na ciepło doprowadzane w czasie lutowania);
- U - wytrzymałość końcówek;
- U, V, W - próby nie sklasyfikowane.

5.2.2. PN-xy/E-046zt (IEC 68-2-uv: 19ab) Wyroby elektrotechniczne - Próby środowiskowe - Próba: oznaczenie + nazwa próby (obecnie Badania Środowiskowe - Próby: oznaczenie + nazwa próby) jest zbiorem kilkudziesięciu norm szczegółowych, omawiających wyżej wymienione badania środowiskowe.

5.3. Normy dotyczące ochrony przed działaniem środowiska

5.3.1. PN-92/E-08106 (IEC 529: 1989. EN 60529:1991) Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy (Kod IP), obejmuje:

- klasyfikację stopni ochrony obudów przed dostępem ciał stałych (6 stopni ochrony), przed dostępem do części niebezpiecznych (4 stopnie ochrony) i przed dostępem wody (8 stopni ochrony);
- metody sprawdzania poszczególnych stopni ochrony;
- opis urządzeń do sprawdzania stopni ochrony.

5.3.2. PN-84/E-08107 (EN 50020) Elektryczne urządzenia przeciwwybuchowe - Urządzenia i obwody iskrobezpieczne - Wymagania i badania, łącznie z normą nadrzędną: PN-83/E-08110 (EN 50014) Elektryczne urządzenia przeciwwybuchowe - Wymagania wspólne i badania, obejmuje:

- podział na grupy w zależności od przeznaczenia; I - urządzenia górnicze i II - urządzenia do pracy w pomieszczeniach zewnętrznych;
- podział urządzeń grupy II na podgrupy w zależności od minimalnego prądu zapalającego;

- podział obwodów iskrobezpiecznych na kategorie, w zależności od liczby uszkodzeń w awaryjnych stanach pracy przy których jest zachowane iskrobezpieczeństwo;
- wymagania konstrukcyjne;
- metodę badania iskrobezpieczeństwa;
- szkice uniwersalnego iskiernika do badań iskrobezpieczeństwa;
- informacje umożliwiające przeprowadzenie obliczeniowej analizy iskrobezpieczeństwa.

5.4. Normy określające wymagania dotyczące grup wyrobów

5.4.1. Wykaz norm

- IEC 654-1: 1993 (EN 60654-1:1993; prPN-EN 60654-1:199x) Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment.- Part 1: Climatic conditions.. Wersja polska: PN-EN 60504-1: 1996 Warunki pracy urządzeń do pomiaru i sterowania procesami przemysłowymi -- Warunki klimatyczne.
- IEC 654-2:1979 (EN 60654-2: 1996) Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment - Part 2: Power. Wersja polska: prPN-EN 60504-2: Warunki pracy urządzeń do pomiaru i sterowania procesami przemysłowymi - Zasilanie.
- IEC 654-3:1983 (EN 60654-3:1996) Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment - Part 3: Mechanical influences. Wersja polska: prPN-EN 60504-3: Warunki pracy urządzeń do pomiaru i sterowania procesami przemysłowymi - Wpływy czynników środowiskowych mechanicznych. (w opracowaniu)
- IEC 654-4:1987 Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment. - Part 4: Corrosive and erosive influences. Wersja polska: prPN-EN 60504-4: Warunki pracy urządzeń do pomiaru i sterowania procesami przemysłowymi - Wpływy czynników korozyjnych i erozyjnych.
- PN-91/M-42020: Automatyka i pomiary przemysłowe - Urządzenia - Ogólne wymagania i badania. (zastępowana sukcesywnie przez normy serii PN-EN 60654)
- PN-85/M-42025: Automatyka i pomiary przemysłowe - Urządzenia w wykonaniu tropikalnym - Ogólne wymagania i próby środowiskowe.
- ISO/TR 10450:1991 Industrial automation systems and integration. Operating conditions for discrete part manufacturing. Equipment in industrial environments.

5.4.2. PN-EN 60654-1 zawiera:

- podział miejsc zainstalowania urządzeń (lokalizacji) na cztery klasy:
 - A - lokalizacje klimatyzowane;
 - B - lokalizacje zamknięte ogrzewane i/lub chłodzone;
 - C - lokalizacje zamknięte chronione i/lub nieogrzewane;
 - D - lokalizacje zewnętrzne niechronione przed wpływami atmosferycznymi

- kombinacje parametrów granicznych warunków klimatycznych: temperatury, wilgotności, natężenia napromieniowania słonecznego, opadów niesionych z wiatrem, powstawania oblodzenia i ciśnienia atmosferycznego oraz odpowiednie klimatogramy odpowiadające klasom lokalizacji.

Wartości parametrów klimatycznych przyjęte w PBZ-31-05 podano w [12]

5.4 3. prPN-EN 60654-2 zawiera zbiory wartości granicznych parametrów charakteryzujących zasilanie ze źródeł energii prądu przemiennego i prądu stałego.

a. Źródło energii prądu przemiennego

- Tolerancje napięcia zasilania:

$\pm 1\%$	klasa a.c.1;
$\pm 10\%$	klasa a.c.2;
$+ 10\%$ do $- 15\%$	klasa a.c.3;
$+ 15\%$ do $- 20\%$	klasa a.c.4;

- Tolerancje częstotliwości napięcia zasilania:

$\pm 0,2\%$;
 $\pm 1\%$;
 $\pm 5\%$;

- Zawartość harmoniczných w fali napięcia zasilania:

poniżej 2%;
poniżej 5%;
poniżej 10%;
poniżej 20%;

- Asymetria napięć w systemie trójfazowym:

współczynnik asymetrii poniżej 1%;
współczynnik asymetrii poniżej 2%;
współczynnik asymetrii poniżej 5%;

- Odchylenie wartości napięcia inicjujące przełączenie na zasilanie rezerwowe:

$\pm 10\%$ wartości nominalnej,
 $\pm 20\%$ wartości nominalnej;
 $- 50\%$ wartości nominalnej;
przekraczające $- 95\%$ wartości nominalnej;

- Czasy przełączania na zasilanie rezerwowe

co najwyżej 3 ms;
co najwyżej 10 ms;
co najwyżej 20 ms;
co najwyżej 200 ms;
co najwyżej 1 s.

b. Źródło energii prądu stałego

- Tolerancje napięcia zasilania:

$\pm 1\%$	klasa d.c.1;
+ 10% do - 15%	klasa d.c.2;
+ 15% do - 20%	klasa d.c.3;
+ 30% do - 25%	klasa d.c.4

- Zawartość tętnień w przebiegu napięcia zasilania (wartość międzyszczytowa):

poniżej 0,2% napięcia zmierzonego;
poniżej 1% napięcia zmierzonego;
poniżej 5% napięcia zmierzonego;
poniżej 15% napięcia zmierzonego.

- ♦ Odchylenie wartości napięcia inicjujące przełączenie na zasilanie rezerwowe:

$\pm 10\%$ wartości nominalnej;
 $\pm 20\%$ wartości nominalnej;
- 50% wartości nominalnej;
przekraczające - 95% wartości nominalnej;

- Czasy przełączania na zasilanie rezerwowe:

co najwyżej 1 ms;
co najwyżej 5 ms;
co najwyżej 20 ms;
co najwyżej 200 ms;
co najwyżej 1 s.

Wartości przyjęte w PBZ-31-05 podano w [12].

5.4.4. EN 60654-3 zawiera:

- definicję częstotliwości przejścia jako granicy między narażaniem wibracjami o stałej amplitudzie przemieszczenia i narażaniem wibracjami o stałej amplitudzie przyspieszenia;
- klasy wibracji o niskiej częstotliwości przejścia;

- klasy wibracji o wysokiej częstotliwości przejścia;
- klasy ostrości wibracji i klasy czasów wibracji;
- zalecane wartości amplitud i czasów trwania uderzeń;
- zalecane częstotliwości powtarzania uderzeń;
- zalecane wysokości spadków swobodnych;
- zalecany sposób opisu zjawisk sejsmicznych.

Wartości przyjęte w PBZ-31-05 podano w [12].

5.4.5. EN 60654-4 zawiera:

- wyliczenie rozpatrywanych gazów i par korozyjnych, stanowiących zanieczyszczenia: nieorganiczne chlorki, siarkowodór, tlenki siarki, tlenki azotu, fluorowodór, substancje pochodzenia fotochemicznego (np. O_3);
- podział środowisk na klasy z punktu widzenia ostrości narażenia substancjami korozyjnymi;
- wartości stężeń substancji korozyjnych odniesione do wymienionych klas:
 - klasa 1 - czyste powietrze w warunkach przemysłowych;
 - klasa 2 - umiarkowana zawartość zanieczyszczeń;
 - klasa 3 - duża zawartość zanieczyszczeń;
- klasy zanieczyszczeń aerozolem olejowym;
- parametry mechaniczne, fizykochemiczne, cieplne, elektryczne i magnetyczne charakteryzujące środowisko zanieczyszczone substancjami stałymi: piaskiem, rdzą, pyłem cementowym, pyłem węglowym, włóknami tekstylnymi, mąką, azbestem;
- klasyfikację środowisk aktywnych na podstawie tworzenia patyny na miedzi.

5.4.6. ISO/TR 10450 powtarza wymagania podane w normach serii EN 60654.

6. NORMY DOTYCZĄCE KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ

6.1 Wprowadzenie

Kompatybilnością elektromagnetyczną (KEM) nazywa się zdolność urządzenia do poprawnej pracy w określonym środowisku elektromagnetycznym bez wprowadzania zakłóceń elektromagnetycznych do tego środowiska lub innego urządzenia przez nie tolerowanych.

Odpornością urządzenia na zakłócenia nazywa się zdolność pracującego urządzenia do zachowania swoich właściwości poprawnego działania, przy oddziaływaniu określonych zakłóceń elektromagnetycznych lub umownego sygnału zakłócającego

Normy dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej dzieli się na:

- normy podstawowe (basic);
- normy ogólne (generic);
- normy dotyczące grup wyrobów (product family);
- normy wyrobu (product).

Ich duże znaczenie w chwili obecnej wynika, niezależnie od aspektów technicznych, m.in. z tego, że w Unii Europejskiej obowiązują zaostrzone przepisy wynikające z dyrektywy 336/89/EEC, tzw. dyrektywy kompatybilności elektromagnetycznej, omówionej bardziej szczegółowo w p. 9. Wprowadzenie tych wymagań wywołało dość dużą nerwowość producentów zachodnich, należy więc zwrócić uwagę aby nie akceptować i nie stosować sprzętu niezgodnego z wymaganiami tej dyrektywy.

Kryteria zgodności z normami są następujące:

- a. w przypadku sprawdzania emisji - nie przekroczenie dopuszczalnych poziomów podanych w normach.
- b. w przypadku sprawdzania odporności zgodność ocenia się na podstawie poniższych zachowań układu badanego:
 - b1. układ zachowuje wszystkie swoje właściwości i nie obserwuje się żadnych nienormalnych zachowań;
 - b2. występują niewielkie objawy wpływu zakłóceń, dopuszczone przez użytkownika i ustępujące samoczynnie po zaprzestaniu narażania;
 - b3. występują objawy niedopuszczone przez użytkownika lub objawy nie ustępujące samoczynnie po ustaniu narażania, a ich usunięcie wymaga interwencji personelu;
 - b4. następuje uszkodzenie - trwała utrata właściwości.

W przypadku b1 i b2 układ uznaje się za zgodny z normą, w przypadkach b3 i b4 za nie spełniający wymagań normy.

6.2 Normy podstawowe

Normy podstawowe omawiają zagadnienia ogólne, charakterystyki elektromagnetyczne środowiska i metody pomiaru oraz badań. W szczególności należy rozróżnić normy dotyczące pomiaru zakłóceń emitowanych do środowisko i normy dotyczące metod badania odporności na wpływ środowiska.

Normy podstawowe są ujęte serią IEC 1000 -x- y i identyczną serią EN 61000 -x -y. Niezależnie istnieje **PN-85/E-06600: AUTMATYKA I POMIARY PRZEMYSŁOWE. KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA URZĄDZEŃ. OGÓLNE WYMAGANIA I BADANIA**, obecnie systematycznie zastępowana przez PN wprowadzające normy europejskie wymienionej wyżej serii.

Z pomiędzy norm podstawowych, w zakresie tutaj rozpatrywanym, istotne są normy dotyczące badania urządzeń automatyki, powoływane przez normy ogólne i dotyczące grup wyrobów. One też zostały zestawione.

6.2.1 Wykaz norm dotyczących badania emisji zakłóceń

Poniżej wymieniono dwie normy istotne z punktu widzenia zastosowań przemysłowych:

- a. IEC 1000-3-2:1995 (EN 61000-3-2: 1995), Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 3: Limits - Section 2: Limits for harmonic current emission (equipment input current ≤ 16 A per phase). Wersja polska PN-IEC 1000-3-2: 1996, Kompatybilność Elektromagnetyczna (EMC) - Część 3: Dopuszczalne poziomy - Dopuszczalne poziomy emisji harmonicznym prądu (fazowy prąd zasilania odbiornika ≤ 16 A).
- b. IEC 1000-3-3: 1995 (EN 61000-3-3: 1995), Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 3: Limits - Section 3: Limits for voltage fluctuations and flickers. Wersja polska PN EN 61000-3-3: 1997 Kompatybilność elektromagnetyczna - Dopuszczalne poziomy - Ograniczanie wahań napięcia i migotania światła powodowanych przez odbiorniki o prądzie znamionowym ≤ 16 A w sieciach zasilających niskiego napięcia .

6.2.2. PN-EN 61000-3-2 (IEC 1000-3-2, EN 61000-3-2) zawiera:

- klasyfikację sprzętu w odniesieniu do którego obowiązują ograniczenia emisji harmonicznym do sieci;
- wymagania dotyczące wartości granicznych prądów o częstotliwościach harmonicznym;
- wymagania dotyczące obwodu i sprzętu pomiarowego;
- warunki przeprowadzania próby typu.

Klasyfikacja sprzętu obejmuje cztery klasy:

- klasa A - symetryczne, trójfazowe odbiorniki i wszystkie inne nie zaliczone do innej klasy;
- klasa B - przenośne narzędzia;
- klasa C - sprzęt oświetleniowy wraz z ściemniaczami;
- klasa D - sprzęt o „specjalnym kształcie przebiegu czasowego” prądu zasilającego i o mocy czynnej do 600 W.

Najważniejszymi z punktu widzenia urządzeń przemysłowych są wymagania odnoszące się do klasy A; zostały one przedstawione w tablicy 6.1

6.2.3. PN-EN 61000-3-3 (IEC 1000-3-2, EN 61000-3-3) zawiera:

- klasyfikację przebiegów fluktuacji napięcia;
- warunki prowadzenia badań;
- sposoby oceny fluktuacji napięcia;
- wymagania dotyczące poziomu fluktuacji napięcia, przedstawione wykreślnie.

Tablica 6.1. Dopuszczalne poziomy dla sprzętu klasy A

Rząd harmonicznej n	Maksymalny dopuszczalny prąd harmonicznej A
Nieparzyste harmoniczne	
3	2,3
5	1,14
7	0,77
9	0,40
11	0,33
13	0,21
$15 \leq n \leq 39$	0,15 (15/n)
Parzyste harmoniczne	
2	1,08
4	0,43
6	0,30
$8 \leq n \leq 40$	0,23 (8/n)

Norma rozróżnia następujące przebiegi fluktuacji:

- typ a: okresowe prostokątne zmiany napięcia o równej amplitudzie;
- typ b: seria skokowych zmian napięcia, nieregularnych w czasie o równych lub nierównych amplitudach, dodatnich lub ujemnych;
- typ c: wyraźnie rozdzielone zmiany napięcia, które nie wszystkie są zmianami skokowymi;
- typ d: seria przypadkowych lub ciągłych fluktuacji napięcia.

Ocena fluktuacji napięcia powinna się odbywać przez;

- bezpośredni pomiar miernikiem migotań (wszystkie typy fluktuacji);
- pomiar napięcia, prądu lub mocy i stosowne obliczenia metodą podaną w normie (typy fluktuacji a,b,c).

6.2.4. Wykaz norm dotyczących badania odporności na zakłócenia

- IEC 1000-4-1:1992 (EN 61000-4-1:1994), Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 1: Overview of immunity tests. Basic EMC publication
- IEC 1000-4-2:1995 (EN 61000-4-2:1995), Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 2: Electrostatic discharges requirements. Basic EMC

- publication. Wersja polska PN-IEC 802-2:1994, Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń do pomiarów i sterowania procesami przemysłowymi - Wymagania dotyczące wyładowań atmosferycznych
- c. IEC 1000-4-3:1995 (EN 61000-4-3:1995), Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4. Testing and Measurement Techniques - Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test. Basic EMC Standard. Wersja polska PN-IEC 1000-4-3: 1996 Kompatybilność elektromagnetyczna - Metody badań i pomiarów - Badanie odporności na pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej.
- d. IEC 1000-4-4:1995 (EN 61000-4-4:1995), Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques.- Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test. Basic EMC publication. Wersja polska PN-IEC 801-4:1994. Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń do pomiarów i sterowania procesami przemysłowymi - Wymagania dotyczące serii szybkich elektrycznych zakłóceń impulsowych.
- e. IEC 1000-4-5:1995 (EN 61000-4-5:1995) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques. - Section 5: Surge immunity test. Basic EMC publication
- f. IEC 1000-4-6:1996 (EN 61000-4-6:1996) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques.- Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields. Basic EMC publication.
- g. IEC 1000-4-7:1991 (EN 61000-4-7:1993) Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 4: Testing and Measurement Techniques. - Section 7: General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto. Basic EMC publication.
- h. IEC 1000-4-8:1993 (EN 61000-4-8:1993) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 8: Power frequency magnetic field immunity test. Basic EMC publication.
- i. IEC 1000-4-9:1993 (EN 61000-4-9:1993) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 9: Pulse magnetic field immunity test. Basic EMC publication.
- j. IEC 1000-4-10:1993 (EN 61000-4-10:1993) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 10: Damped oscillatory magnetic field immunity test. Basic EMC publication.
- k. IEC 1000-4-11:1994 (EN 61000-4-11:1994) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 11: Voltage clips, short interruptions and voltage variations immunity test. Basic EMC publication.
- l. IEC 1000-4-12:1995 (EN 61000-4-12:1995) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 12: Oscillatory waves immunity test. Basic EMC publication.
- m. prIEC 1000-4-13: Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Immunity to harmonics and interharmonics. Basic EMC publication.
- m prIEC 1000-4-14: Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4. Testing and Measurement Techniques - Immunity to voltage fluctuations, unbalanced network, frequency variations. Basic EMC publication.
- n prIEC 1000-4-15: Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4 Testing and Measurement Techniques - Section 15: Flicker meter functional and design specification Basic EMC publication.
- o prIEC 1000-4-16: Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 16: Conducted disturbance from DC to 150 kHz immunity test. Basic EMC publication.

p. prIEC 1000-4-17: Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 17: Ripple on DC power supply immunity test. Basiuc EMC publication.

Szczegółowszego omówienia wymagają te normy podstawowe, które są powoływane w normach ogólnych i grup wyrobów. Są to normy wymienione w pozycjach: b, c, d, e, f, h, k.

6.2.5. PN-IEC 801-2: (IEC 1000-4-2, EN 61000-4-2) podaje m.in.:

- charakterystykę środowisk z punktu widzenia zagrożenia wyładowaniami elektryczności statycznej;
- ostrości narażeń przy próbach w powiązaniu z powyższymi charakterystykami;
- wymagania do przebiegu napięcia testowego wyładowań;
- wymagania do generatora wyładowań;
- wymagania do stanowiska badawczego.

Charakterystyka środowisk pod względem narażeń elektrostatycznych- ESD:

Potencjał elektrostatyczny jaki powstaje wskutek elektryzowania się ludzi, materiałów i urządzeń zależy od dwu czynników środowiskowych: wilgotności względnej powietrza i rodzaju tworzywa wykładzin, ubrań i materiałów produkcyjnych; rozróżnia się tworzywa antystatyczne tj. o przewodności wystarczającej do odprowadzenia ładunków elektrostatycznych do ziemi oraz tworzywa syntetyczne. Do tworzyw antystatycznych należą np. bawełna, wełna, drewno, gumy z domieszką sadzy; ich rezystancja powierzchniowa powinna się mieścić w przedziale 10^9 do 10^{14} oma

Wymienione dwa czynniki środowiskowe dają cztery kombinacje lokalizacji; poniżej w tabelicy 6.2 zestawiono te kombinacje i odpowiadające im napięcia probiercze podane w IEC-1000-4-2:

Tamże znajduje się szczegółowy opis metody wykonywania próby

Tablica 6.2 Charakterystyka środowisk i próby ESD

klasa	materiał		napięcie maksymalne		wilgotność niższa niż
	antystatyczny	syntetyczny	stykowe	przerwa powietrzna	
			kV	kV	
1	X	-	2	2	35
2	X	-	4	4	10
3	-	X	6	8	50
4	-	X	8	15	10

6.2.6. PN-IEC 1000-4-3 (IEC 1000-4-3, EN 61000-4-3) i IEC 1000-4-6 (EN 61000-4-6) podają:

- charakterystykę środowisk z punktu widzenia zagrożenia zakłóceniami sinusoidalnymi ciągłymi o częstotliwości radiowej - RFI
- ostrości narażeń zakłóceniami sinusoidalnymi ciągłymi o częstotliwościach radiowych - RFI w powiązaniu z powyższymi charakterystykami;
- wskazania kiedy należy narażać przez wprowadzanie zakłóceń metodą przewodową, a kiedy przez napromieniowanie;
- wymagania do kształtu fali sygnałów testowych;
- wymagania do urządzeń badawczych, w tym komory bezechowej i urządzeń sprzęgająco-odsprzęgających (sztucznych sieci);
- wymagania do stanowisk badawczych.

Charakterystyka środowisk pod względem narażeń zakłóceniami o częstotliwościach radiowych - RFI:

Pod względem występujących zakłóceń o częstotliwościach w paśmie radiowym tj. 150 kHz do 1 GHz, rozróżnia się lokalizacje o poniżej scharakteryzowanych poziomach [IEC 100-4-3, IEC 1000-4-6]:

* POZIOM 1: otoczenie o niskim poziomie promieniowania elektromagnetycznego. Poziom typowy dla przypadku, gdy lokalne stacje nadawczo-odbiorcze są oddalone o więcej niż 1 km i ich nadajniki są małej mocy.

* POZIOM 2: Otoczenie o umiarkowanym poziomie promieniowania elektromagnetycznego. Są w użyciu nadajniki przenośne małej mocy (typowo poniżej 1 W), lecz wymaga się aby nie były stosowane w pobliżu urządzeń. Otoczenie typowe w przypadku pomieszczeń biurowych i handlowych.

* POZIOM 3: Otoczenie o wysokim poziomie promieniowania elektromagnetycznego. Są w użyciu nadajniki przenośne o mocy 2 W i większej i to w bezpośrednim sąsiedztwie urządzeń (lecz w odległości nie mniejszej niż 1 m). Nadajniki radiokomunikacyjne dużej mocy pracują w pobliżu urządzeń, zaś sprzęt pomiarowo-sterujący może być zlokalizowany w ich pobliżu. Typowe otoczenie przemysłowe.

Próby wykonuje się dwiema komplementarnymi metodami:

- narażanie polami promieniowanymi [IEC 1000-4-3], w zakresie częstotliwości 80 MHz do 1 GHz: w tym przypadku ostrość narażenia określa się podając natężenie pola elektrycznego zakłóceń.
- narażanie zakłóceniami napięciowymi, przewodzonymi [IEC 1000-4-6], w paśmie 150 kHz do 80 MHz, w tym przypadku ostrość narażenia określa się podając napięcie zakłóceń. W określonych ściśle przypadkach metodę przewodową można stosować w paśmie częstotliwości do 230 MHz.

W tabelicy 6.3. zestawiono wymagania w zakresie ostrości próby podane w IEC 1000-4-3 i IEC 1000-4-6, w zależności od scharakteryzowanych powyżej poziomów zakłóceń występujących w miejscu zainstalowania

Tablica 6.3. Poziomy zakłóceń RFI

POZIOM	150 kHz do 80 MHz [IEC 1000-4-6] napięcie zakłóceń V	80 MHz do 1 GHz [IEC 1000-4-3] natężenie pola elektrycznego zakłóceń V/m
1	1	1
2	3	3
3	10	10

6.2.7. PN-IEC 801-4 (IEC 1000-4-4, EN 61000-4-4) podaje:

- charakterystykę środowisk z punktu widzenia zagrożenia seriami szybkich zakłóceń impulsowych - EFT/B;
- ostrości narażeń przy próbach w powiązaniu z powyższymi charakterystykami;
- wymagania do przebiegu sygnału testowego;
- wymagania do generatora zakłóceń;
- wymagania do stanowiska badawczego.
- wymagania do urządzeń sprzęgająco-odsprzęgających (sztucznych sieci);

Charakterystyka środowisk pod względem narażeń - EFT/B:

Pod względem występujących serii szybkich elektrycznych zakłóceń impulsowych -EFT/B - rozróżnia się lokalizacje o poniżej scharakteryzowanych poziomach [IEC 1000-4-4].

POZIOM 1: Środowisko dobrze chronione

Instalacja charakteryzuje się następującymi cechami:

- ♦ tłumienie wszystkich EFT/B w komutowanych obwodach sterowania;
- ♦ separacja między liniami zasilania (prądu przemiennego i prądu stałego), a obwodami sterowania i pomiarów przechodzącymi z innych środowisk o wyższym poziomie zakłóceń;
- ♦ ekranowane przewody zasilające, przy czym ich ekrany są uziemione na obu końcach do ziemi odniesienia instalacji i zasilanie jest chronione filtrami.

Przedstawicielem takiego środowiska może być sala komputerowa

POZIOM 2: Środowisko chronione

Instalacja charakteryzuje się następującymi cechami:

- ♦ częściowe tłumienie EFT/B w obwodach sterowania komutowanych wyłącznie przekąźnikami (nie ma styczników);
- ♦ separacja wszystkich obwodów od innych obwodów związanych ze środowiskiem o wyższym poziomie zakłóceń;
- ♦ separacja fizyczna nie ekranowanych kabli zasilających i sterowania od kabli sygnałowych i komunikacyjnych.

Przedstawicielem takiego środowiska może być sterownia lub sala terminali instalacji przemysłowych i energetycznych.

* POZIOM 3: Typowe środowisko przemysłowe

Instalacja charakteryzuje się następującymi cechami:

- ♦ nie ma tłumienia EFT/B w obwodach sterowania komutowanych wyłącznie przekąźnikami (nie ma styczników);
- ♦ niedostateczna separacja obwodów przemysłowych od innych obwodów związanych ze środowiskami o wyższych poziomach zakłóceń;
- ♦ linie zasilania, sterowania, sygnałowe i komunikacyjne są prowadzone oddzielnymi kablami;
- ♦ niedostateczna separacja między kablami zasilania, sterowania, sygnałowymi i komunikacyjnymi;
- ♦ jest dostępny system uziemiający w postaci rur przewodzących, przewodów uziemiających w uchwytych kablowych przyłączonych do systemu uziemienia ochronnego oraz siatek uziemiających.

Przedstawicielami takiego środowiska mogą być: hala przemysłowa, elektrownia, sala przekąźników, podstacje napowietrznych wysokiego napięcia.

POZIOM 4: Surowe warunki przemysłowe

Instalacja charakteryzuje się następującymi cechami:

- ♦ nie ma tłumienia EFT/B w obwodach sterowania i zasilania komutowanych przekąźnikami i stycznikami;
- ♦ nie ma separacji obwodów przemysłowych od innych obwodów związanych ze środowiskami o wyższych poziomach zakłóceń;
- ♦ nie ma separacji pomiędzy kablami zasilania, sterowania, sygnałowymi i komunikacyjnymi;
- ♦ stosuje się kable wielożyłowe, wspólne z liniami sterowania i sygnałowymi.

Przedstawicielami takiego środowiska mogą być strefy zewnętrzne instalacji przemysłowych, w których nie wykorzystano żadnej specyficznej praktyki instalacyjnej, strefy zewnętrzne elektrowni, podstacje napowietrzne wysokiego napięcia (pola wyłączników i ochronniki gazowe) na napięcie robocze do 500 kV (przy zachowaniu typowej praktyki instalacyjnej).

Próby wykonuje się metodą podaną w IEC 1000-4-4.

Ostrości próby:

W tablicy 6.4 zestawiono wymagania w zakresie ostrości próby podane w IEC 1000-4-4, w zależności od scharakteryzowanych powyżej cech środowiska występujących w miejscu zainstalowania.

Tablica 6.4. Napięcie probiercze na nieobciążonym wyjściu generatora EFT B (tolerancja $\pm 10\%$)

Poziom	Narażanie obwodów zasilania kV	Narażanie linii sygnałowych: WE/WY, przesyłu danych i sterowania kV
1	0,5	0,25
2	1,0	0,5
3	2,0	1,0
4	4,0	2,0

6.2.8. IEC 1000-4-5 (EN 61000-4-5) podaje:

- rodzaje zaburzeń udarowych powodujących zagrożenia;
- charakterystykę środowisk z punktu widzenia zagrożenia narażeniami udarowymi;
- ostrości narażeń przy próbach w powiązaniu z powyższymi charakterystykami;
- wymagania do przebiegu sygnału testowego;
- wymagania do generatorów impulsów udarowych;
- wymagania do urządzeń badawczych, w tym urządzeń sprzęgająco-odsprzęgających (sztucznych sieci);
- wymagania do stanowiska badawczego.

Pod względem występujących narażeń udarowych rozróżnia się lokalizacje o poniżej scharakteryzowanych poziomach [IEC 1000-4-5]:

POZIOM O: Otoczenie elektryczne dobrze chronione:

- ♦ wszystkie kable dochodzące są wyposażone w urządzenia ochronne (pierwotne i wtórne);
- ♦ poszczególne jednostki (aparaty) wyposażenia elektronicznego są połączone z dobrze zaprojektowanym systemem uziomowym, który nie jest zakłócany przez instalację energetyczną i wyładowania atmosferyczne;

- ♦ wyposażenie elektroniczne jest zasilane z własnego, oddzielnego źródła: napięcie mogących wystąpić impulsów uderowych nie przekracza 25 V.

Takie otoczenie elektryczne istnieje wewnątrz pomieszczeń o specjalnym przeznaczeniu

POZIOM 1: Częściowo chronione otoczenie elektryczne

- ♦ wszystkie kable dochodzące są wyposażone w pierwotne urządzenia ochronne;
- ♦ poszczególne jednostki (aparaty) wyposażenia elektronicznego są dobrze dołączone do sieci uziemiającej, nie zakłócają przez instalację energetyczną, ani przez wyładowania atmosferyczne;
- ♦ zasilacze urządzeń elektronicznych są całkowicie oddzielone od innego wyposażenia;
- ♦ operacje przełączania mogą generować napięcia zakłócające wewnątrz pomieszczenia;
- ♦ napięcie mogących wystąpić impulsów uderowych nie przekracza 500 V.

POZIOM 2: Otoczenie elektryczne, w którym kable są dobrze separowane, nawet na krótkich odcinkach:

- ♦ instalacja jest uziemiona, przez oddzielną linię uziemiającą, do systemu uziomowego instalacji energetycznej, która może być narażona przez napięcia zakłóceń generowane przez nią samą lub przez wyładowania atmosferyczne
- ♦ zasilanie urządzeń elektronicznych jest oddzielone od innych obwodów, najczęściej za pomocą specjalnego transformatora zasilającego;
- ♦ w instalacji może występować niewielka, ograniczona liczba obwodów nie chronionych, lecz dobrze oddzielonych od innych obwodów

napięcie mogących wystąpić impulsów uderowych nie przekracza 1 kV.

POZIOM 3: Otoczenie, w którym kable zasilania i sygnałowe są prowadzone równolegle:

- ♦ instalacja jest uziemiona do systemu uziomowego wspólnego z instalacją energetyczną, która może być narażona przez napięcia zakłóceń generowane przez nią samą lub przez wyładowania atmosferyczne;
- ♦ prądy wywołane uszkodzeniami instalacji uziomowej, operacjami przełączania i wyładowaniami atmosferycznymi, jakie mogą wystąpić w instalacji energetycznej, mogą generować w systemie uziomowym napięcia zakłócające o relatywnie dużej amplitudzie;
- ♦ urządzenia elektroniczne chronione i mniej czułe urządzenia elektryczne są dołączone do tego samego systemu zasilania;
- ♦ kable we/wy mogą być częściowo prowadzone na zewnątrz, lecz blisko sieci uziemiającej;
- ♦ w instalacji występują niezrównoważone obciążenia indukcyjne i nie są odseparowane od kabli instalacji urządzeń automatyki.
- ♦ napięcie mogących wystąpić impulsów uderowych nie przekracza 2 kV.

POZIOM 4. Otoczenie elektryczne, w którym połączenia są prowadzone kablami zewnętrznymi, wzdłuż kabli energetycznych, i kable są używane wspólnie do prowadzenia obwodów elektronicznych i elektrycznych:

- ♦ instalacja jest uziemiona do wspólnego systemu uziomowego instalacji energetycznej, która może być narażona przez napięcia zakłóceń generowane przez nią samo i przez wyładowania atmosferyczne;
- ♦ prądy rzędu kiloamperów, wywołane uszkodzeniami instalacji uziomowej, operacjami przełączania i wyładowaniami atmosferycznymi, jakie mogą wystąpić w instalacji energetycznej, mogą generować w systemie uziomowym napięcia zakłóceń o relatywnie dużej amplitudzie;
- ♦ sieć zasilająca może być wspólną dla urządzeń elektronicznych i elektrycznych;
- ♦ kable połączeniowe mogą być prowadzone na zewnątrz, nawet do urządzeń wysokiego napięcia;
- ♦ sieć uziemiająca nie jest tworzona systematycznie i składa się jedynie z rur, kabli itp.;
- ♦ specjalnym przypadkiem będzie przyłączenie urządzeń elektronicznych do sieci telekomunikacyjnej na terenie gęsto zamieszkałym.
- ♦ napięcie mogących wystąpić impulsów udarowych nie przekracza 4 kV.

POZIOM 5: Otoczenie elektryczne urządzeń elektronicznych dołączanych do sieci telekomunikacyjnej kablowej i napowietrznej na terenach słabiej zaludnionych:

- ♦ wszystkie kable i linie telekomunikacyjne są wyposażone w urządzenia ochrony pierwotnej;
- ♦ na zewnątrz urządzeń elektronicznych nie ma rozległego systemu uziomowego;
- ♦ napięcia zakłóceń wywołane uszkodzeniami uziemień (prądy do 10 kA) i wyładowaniami atmosferycznymi (prądy do 100 kA) mogą mieć ekstremalnie duże amplitudy.

Próby wykonuje się metodą podaną w [IEC 1000-4-5]

W tablicy 6-5 zestawiono wymagania w zakresie ostrości próby podane w IEC 1000-4-5, w zależności od scharakteryzowanych powyżej cech środowiska występujących w miejscu zainstalowania.

Tablica 6.5. Napięcia probiercze w próbie odporności na udary

Poziom	Napięcie probiercze na nieobciążonym wyjściu generatora $\pm 10\%$ kV
0	próba nie wymagana
1	0,5
2	1,0
3	2,0
4	4,0
X	specjalne
UWAGA: X jest klasą otwartą. Ten poziom narażenia powinien być podany w specyfikacji technicznej wyrobu.	

6.2.9. IEC 1000-4-8 (EN 61000-4-8) podaje:

- charakterystykę środowisk z punktu widzenia zagrożenia polami magnetycznymi o częstotliwości sieci zasilającej
- ostrości narażeń przy próbach w powiązaniu z tymi charakterystykami;
- wymagania do generatora zakłóceń i charakterystyki urządzeń narażających;
- wymagania do stanowiska badawczego.

Pod względem występujących narażeń polami magnetycznymi o częstotliwości sieci zasilającej rozróżnia się lokalizacje podzielone na poniżej scharakteryzowane klasy:

KLASA 1: Otoczenie, w którym mogą być czułe przyrządy ze strumieniem elektronów, np. monitory, mikroskopy elektronowe.

KLASA 2: Otoczenie dobrze chronione.

- nie ma urządzeń elektrycznych takich jak transformatory energetyczne, które mogą spowodować zwiększenie strumieni sprzężonych;
- nie występuje narażenie na wpływy szyn zbiorczych wysokiego napięcia.

Przykładami takiego otoczenia są: mieszkania, biura, chronione pomieszczenia szpitalne oddalone od przewodów uziemienia ochronnego, terenów instalacji przemysłowych i podstacji wysokiego napięcia.

KLASA 3: Otoczenie chronione:

- znajdują się urządzenia elektryczne i kable, które mogą powodować zwiększenie strumieni skojarzonych lub pola magnetycznego;
- w pobliżu znajdują się przewody uziemienia ochronnego;
- obwody średniego napięcia i szyny zbiorcze wysokiego napięcia znajdują się daleko (kilkaset metrów) od rozpatrywanych urządzeń.

Przykładami takiego otoczenia są: pomieszczenia handlowe, sterownie, obszary nie uciążliwego przemysłu, sale komputerowe podstacji wysokiego napięcia.

KLASA 4: Typowe otoczenie przemysłowe:

- występują krótkie odgałęzienia linii mocy np. szyny zbiorcze;
- urządzenia elektryczne wielkiej mocy mogą zwiększać strumienie sprzężone;
- znajdują się przewody uziemienia ochronnego;
- obwody średniego napięcia i szyny zbiorcze wysokiego napięcia są relatywnie oddalone (kilkadziesiąt metrów) od rozpatrywanych urządzeń

Przykładami takiego otoczenia są: obszary uciążliwego przemysłu i instalacji mocy oraz sterownie podstacji wysokiego napięcia.

Tablica 6.7. Zalecane poziomy ostrości i trwanie próby dynamicznych spadków i zaników napięcia.

Poziom probierczy % U_{zn}	Dynamiczne spadki i przerwy napięcia % U_{zn}	Trwanie próby (w okresach)
0	100	0,5*
40	60	1
70	30	5
		10
		25
		50
		x

* w przypadku 0,5 okresu próbę należy przeprowadzić przy biegunowości dodatniej i ujemnej, tj. rozpoczynając ją odpowiednio przy 0^0 i 180^0 .

UWAGI

1. Można wybrać jeden lub kilka poziomów probierczych i okresów trwania próby.
2. Gdy urządzenie jest badane na 100 % spadki napięcia, w ogólnym przypadku nie ma potrzeby badania go przy innych poziomach probierczych i tym samym trwaniu próby. Jednakże są przypadki (systemy ochronne i urządzenia elektromechaniczne) gdy to nie jest prawdziwe. Specyfikacja wyrobu lub komitet zajmujący się wyrobami powinien dać wskazówki dotyczące stosowalności tej uwagi.
3. „x” jest niesprecyzowanym okresem trwania i powinien być podany w specyfikacji wyrobu. W Europie przyjęto mierzyć wpływ dynamicznych spadków i przerw trwających od 0,5 okresu do 3000 okresów, lecz najczęściej do 50 okresów.
4. Dowolny okres trwania może być stosowany przy dowolnym poziomie probierczym.

Tablica 6.8. Przebiegi czasowe krótkich wahań napięcia zasilania

Poziom probierczy napięcia	Czas spadku napięcia	Czas utrzymywania obniżonego napięcia	Czas wzrostu napięcia
40 % U_{zn}	2 s $\pm$ 20 %	1 s $\pm$ 20 %	2 s $\pm$ 20 %
0 % U_{zn}	2 s $\pm$ 20 %	1 s $\pm$ 20 %	2 s $\pm$ 20 %
	x	x	x

UWAGA - x jest otwartym zbiorem czasów trwania i może być podany w specyfikacji wyrobu.

6.3 Normy ogólne

Jako normy ogólne (generic) zostały wydane cztery normy europejskie scharmonizowane z dyrektywą kompatybilności elektromagnetycznej (patrz rozdział 10), co oznacza, że dopiero spełnienie ich wymagań daje podstawę do oznaczania wyrobów europejskim znakiem bezpieczeństwa CE.

6.3.1. Wykaz norm:

- a. EN 50081-1: 1992 - Electromagnetic compatibility - Generic emission standard. Part 1: Residential, commercial and light industry. Wersja polska PN-EN 50081-1. 1996 Kompatybilność

KLASA 5: Surowe warunki przemysłowe:

- znajdują się wieloprądowe (dziesiątki kA) przewody, szyny zbiorcze, linie średniego lub wysokiego napięcia ;
- są przewody uziemienia ochronnego;
- w pobliżu znajdują się szyny zbiorcze średniego i wysokiego napięcia;
- w pobliżu są urządzenia elektryczne wielkich mocy.

Przykładami takiego otoczenia są tereny rozdzielni dużych zakładów przemysłowych, stacje średniego i wysokiego napięcia.

KLASA 6: Otoczenie specjalne;

Warunki odbiegające od powyżej opisanych w stronę występowania ostrzejszych narażeń

W tablicy 6-6 zestawiono wymagania w zakresie ostrości próby podane w IEC 1000-4-8, w zależności od scharakteryzowanych powyżej cech środowiska występujących w miejscu zainstalowania.

Tablica 6.6. Natężenia pola magnetycznego w próbie odporności

Poziom	Próba polem ciągłym Natężenie pola magnetycznego A/m	Próba krótkotrwała: 1 s do 3 s Natężenie pola magnetycznego A/m
1	1	nie stosuje się
2	3	nie stosuje się
3	10	nie stosuje się
4	30	300
5	100	1000
x ¹⁾	specjalny	specjalny ²⁾

UWAGI: 1) Poziom nie zdefiniowany; ostrość próby należy podać w specyfikacji wyrobu

2) Poziom nie zdefiniowany; ostrość i czas trwania próby należy podać w specyfikacji wyrobu

6.2.10. IEC 1000-4-11 (EN 61000-4-11) podaje.

- zalecenia dotyczące wyboru ostrości próby;
- ostrości narażeń przy próbach;
- wymagania do urządzeń pomiarowych, w tym generatora zakłóceń;
- wymagania do stanowiska badawczego.

Odniesieniem do formułowania wymagań jest napięcie znamionowe urządzenia

W tablicach 6.7. i 6.8 zestawiono wymagania zamieszczone w normie.

elektromagnetyczna - Wymagania ogólne dotyczące emisyjności - Środowisko mieszkalne, handlowe i lekko uprzemysłowione

b. EN 50081-2: 1993 - Electromagnetic compatibility - Generic emission standard Part 2: Industrial environment. Wersja polska PN-EN 50081-2:1996 Kompatybilność elektromagnetyczna - Wymagania ogólne dotyczące emisyjności - Środowisko przemysłowe.

c. EN 50082-1: 1994 - Electromagnetic compatibility - Generic immunity standard Part 1: Residential, commercial and light industry. Wersja polska PN-EN 50082-1 Kompatybilność elektromagnetyczna - Wymagania ogólne dotyczące odporności na zakłócenia - Środowisko mieszkalne, handlowe i lekko uprzemysłowione.

d. EN 50082-2: 1995 - Electromagnetic compatibility - Generic immunity standard Part 2: Industrial environment + Corr. 1:1995.

e. PN-69/E-02031: Przemysłowe zakłócenia radioelektryczne. Dopuszczalne poziomy.

Norma obecnie zastąpiona przez poz. a i b - przytoczona ze względu na powszechną znajomość w Polsce.

6.3.2. PN-EN 50081-1 (EN 50081-1) zawiera m.in.;

- opis lokalizacji, których dotyczy norma;
- warunki, jakie powinny być spełnione w czasie badań;
- dopuszczalne poziomy emisji zakłóceń.

Norma dotyczy następujących lokalizacji:

- nieruchomości mieszkalne, np. domy, apartamenty;
- magazyny sprzedaży detalicznej, np. sklepy, supermarkety;
- pomieszczenia usługowe, np. biura, banki;
- publiczne lokale rozrywkowe, np. kina, bary publiczne, sale tańca;
- obszary zewnętrzne, np. stacje paliw, parkingi, centra rozrywkowe i sportowe;
- nieuciążliwe lokalizacje przemysłowe, np. warsztaty, laboratoria, centra usługowe.

Lokalizacje charakteryzujące się tym, że są zasilane niskim napięciem bezpośrednio z sieci publicznych są uważane za mieszkalne, handlowe lub lekko uprzemysłowione.

Podano wymagania odnoszące się do wszystkich urządzeń elektrycznych i elektronicznych nie uwzględnionych w normach grup wyrobów i wyrobów. Uwzględniono pełny zakres częstotliwości od 0 Hz do 400 GHz.

6.3.3. PN-EN 50081-2 (EN 50081-2) zawiera m.in.;

- opis lokalizacji, których dotyczy norma;
- warunki, jakie powinny być spełnione w czasie badań;
- dopuszczalne poziomy emisji zakłóceń.

Norma dotyczy lokalizacji, w których:

- znajdują się urządzenia przemysłowe, naukowe i medyczne (ISM - polski akronim PMN);

- następuje częste przełączanie dużych obciążeń indukcyjnych lub pojemnościowych;
- występują wielkie prądy i związane z nimi pola magnetyczne.

Są to najważniejsze wyróżniki przemysłowego środowiska elektromagnetycznego, odróżniające środowisko przemysłowe od innych środowisk.

Podano wymagania odnoszące się do wszystkich urządzeń elektrycznych i elektronicznych nie uwzględnionych w normach grup wyrobów i wyrobów. Uwzględniono pełny zakres częstotliwości od 0 Hz do 400 GHz.

6.3.4. PN-EN 50082-1 (EN 50082-1) zawiera m.in.:

- opis lokalizacji, których dotyczy norma;
- kryteria zgodności;
- warunki, jakie powinny być spełnione w czasie badań;
- informacje o wymaganej dokumentacji;
- informacje o sposobie stosowania;
- wymagania dotyczące odporności na działanie zakłóceń.

Norma dotyczy następujących lokalizacji:

- nieruchomości mieszkalne, np. domy, apartamenty;
- magazyny sprzedaży detalicznej, np. sklepy, supermarkety;
- pomieszczenia usługowe, np. biura, banki;
- publiczne lokale rozrywkowe, np. kina, bary publiczne, sale tańca;
- obszary zewnętrzne, np. stacje paliw, parkingi, centra rozrywkowe i sportowe;
- nieuciążliwe lokalizacje przemysłowe, np. warsztaty, laboratoria, centra usługowe.

Lokalizacje charakteryzujące się tym, że są zasilane niskim napięciem bezpośrednio z sieci publicznych są uważane za mieszkalne, handlowe lub lekko uprzemysłowione.

6.3.5. EN 50082-2 zawiera m. in.

- opis lokalizacji, których dotyczy norma;
- kryteria zgodności;
- warunki, jakie powinny być spełnione w czasie badań;
- informacje o wymaganej dokumentacji;
- informacje o sposobie stosowania;
- wymagania dotyczące odporności na działanie zakłóceń.

Norma dotyczy lokalizacji, w których:

- znajdują się urządzenia przemysłowe, naukowe i medyczne (ISM - polski akronim PMN);
- następuje częste przełączanie dużych obciążeń indukcyjnych lub pojemnościowych;

- występują wielkie prądy i związane z nimi pola magnetyczne.

Są to najważniejsze wyróżniki przemysłowego środowiska elektromagnetycznego. odróżniające środowisko przemysłowe od innych środowisk.

6.4 Normy dotyczące grup urządzeń

6.4.1. Wykaz norm

a. IEC 1326-1:1997 (EN 61326: 1997) EMC requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use:- Part 1: General requirements + Amd 1(w opracowaniu): Particular requirements for equipment used in industrial locations; particular requirements for equipment used in laboratories or test and measurement areas with a controlled electromagnetic environment, particular requirements for equipment that is powered by battery or from the circuit being measured.

b. PN-EN 55011: 1997 (EN 55011:1991, CISPR 11:1990) Dopuszczalne poziomy i metody pomiarów zaburzeń radioelektrycznych wytwarzanych przez przemysłowe, medyczne i naukowe (PMN) urządzenia wielkiej częstotliwości.

Zastępuje znane PN-84/E-06208.

c. PN-EN 55014: 1996 (EN 55014:1993, CISPR 14: 1993) Dopuszczalne poziomy i metody pomiaru zakłóceń radioelektrycznych wytwarzanych przez elektryczne przyrządy powszechnego użytku lub urządzenia o podobnym przeznaczeniu zawierające silniki elektryczne i elementy grzejne oraz narzędzia i podobne urządzenia elektryczne.

Zastępuje znane PN-79/E-06008 i PN-79/E-06218.

d. PN-EN 55022:1996 (EN 55022:1994, CISPR 22:1993) Kompatybilność elektromagnetyczna - Dopuszczalne poziomy i metody pomiaru zakłóceń radioelektrycznych wytwarzanych przez urządzenia informatyczne.

Zastępuje znana PN-89/E-06251.

e. ISO TR 11062:1994 - Manipulating industrial robots - EMC test methods and performance evaluation criteria - Guidelines.

- podstawowe wymagania

6.4.2. IEC 1326-1 zawiera:

- minimalne wymagania dotyczące emisji zakłóceń i odporności na zakłócenia elektromagnetyczne, do powszechnego stosowania;
- wymagania dotyczące emisji zakłóceń i odporności na zakłócenia w trzech wyszczególnionych grupach wyrobów;
- plan i opis badań oraz wymagania do zawartości sprawozdania

6.4.3. PN-EN 55011 odnosi się do promieniowania energii elektromagnetycznej przez przemysłowe, medyczne i naukowe (PMN) urządzenia wielkiej częstotliwości, które mogą powodować zakłócenia odbioru radiowego. Norma:

- podaje jednolite wymagania dotyczące tłumienia zakłóceń powodowanych przez urządzenia wielkiej częstotliwości PMN;
- ustala dopuszczalne poziomy emisji zakłóceń i podaje zalecenia w celu ich osiągnięcia;
- opisuje metody badań.

6.4.4. PN-EN 55014 dotyczy przewodzonych i promieniowanych zakłóceń radioelektrycznych powodowanych przez urządzenia, których podstawowe funkcje są wykonywane za pomocą silników i urządzeń przełączających lub regulujących, z wyjątkiem przypadków gdy energia wielkiej częstotliwości jest wytwarzana w sposób celowy lub jest przeznaczona do oświetlenia. Norma obejmuje:

- elektryczne przyrządy powszechnego użytku;
- narzędzia elektryczne;
- urządzenia sterujące z układami półprzewodnikowymi;
- aparaty elektromedyczne z napędem silnikowym;
- zabawki elektryczne, automaty do sprzedawania, projektory filmowe, rzutniki do przezroczy;
- inne urządzenia w otoczeniu mieszkalnym, handlowym lub lekko uprzemysłowionym.

Norma podaje:

- dopuszczalne poziomy zakłóceń w pasmach 148,5 kHz do 30 MHz i 30 MHz do 300 MHz;
- dopuszczalny poziom trzasków
- metody pomiarów w obu pasmach częstotliwości oraz odpowiednie układy;
wskazówki do pomiaru trzasków (zakłóceń krótkotrwałych) i wymagania do analizatora trzasków.

6.4.5. PN-EN 55022 określa:

- dopuszczalne poziomy zakłóceń radioelektrycznych powodowanych przez urządzenia informatyczne;
- metody pomiaru zakłóceń;
- podział urządzeń informatycznych na dwie klasy A i B, ze zróżnicowaniem wymagań.

6.4.6. ISO/TR podaje:

- pomiary odniesienia przy badaniu odporności robota na zakłócenia
- bezwzględnie wymagane próby i wymagany poziom ich ostrości
- opis stanowisk badawczych, szczególnie stosowanych do próby odporności na działanie pola promieniowanego.
- kryteria oceny robota.

7. NORMY DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA

7.1. Wstęp

Rozpowszechnianie się zautomatyzowanych urządzeń produkcyjnych i usługowych, w tym robotów i systemów zrobotyzowanych, wprowadza nowy poziom komfortu ale i nowe zagrożenia w otoczenie człowieka. Szczególną rolę mają tu urządzenia programowalne, obecnie mikroprocesorowe, tym bardziej, że one właśnie lokują się w zastosowaniach krytycznych z punktu widzenia bezpieczeństwa. Z jednej strony wprowadzają niespotykane dotąd ułatwienia, z drugiej zaś nieznane dotychczas zagrożenia. Jest oczywiste, że współczesna technika powinna znaleźć odpowiednie środki zaradcze.

W powiązaniu z urządzeniami do nadzoru i sterowania przemysłowych procesów ciągłych i dyskretnych, technika mikroprocesorowa wkroczyła w obszary wymagające wysokiego poziomu nienaruszalności funkcjonowania. Konsekwencjami defektu w systemie mikroprocesorowym mogą być poważne szkody, włączając nadwyżenie zdrowia, a nawet śmierć ludzi.

Jest to powodem szerszego omówienia zagadnień normalizacyjnych i z nimi związanych.

Przykładowymi dziedzinami zastosowania programowalnych urządzeń automatyki i robotyki są:

- ♦ przemysł - pomiary i sterowanie maszyn i procesów oraz realizacja czynności, w tym w warunkach: zagrożenia wybuchem i zagrożenia chemicznego (toksyny);
- ♦ technika medyczna - sterowanie urządzeń medycznych oraz realizacja czynności, w tym: operacje: mózgu, serca, naczyń krwionośnych; sztuczne płuco-serce; sztuczna nerka; inkubatory dla niemowląt; aparatura monitorowania chorych; aparatura diagnostyczna;
- ♦ technika jądrowa - pomiary i sterowanie oraz realizacja czynności, w tym w: elektrowniach jądrowych; badawczych i doświadczalnych instalacjach nuklearnych; urządzeniach wojskowych; urządzeniach wykorzystujących izotopy (medycyna, agrotechnika itp.);
- ♦ transport naziemny - tu między innymi: automatyczne zabezpieczenie ruchu pociągów; automatyczne prowadzenie pociągów; systemy kontrolno-sterujące i nawigacyjne samochodów; systemy pilotowania i nadzoru ruchu ładunków niebezpiecznych;
- ♦ lotnictwo i astronautyka - tu między innymi: systemy kontrolno-sterujące i nawigacyjne samolotów i rakiet; systemy automatycznego startu rakiet; systemy naprowadzania na cel; systemy automatycznego lądowania samolotów; wszelkiego typu systemy lotniskowe i kosmodromowe zapewniające bezpieczny ruch;
- ♦ górnictwo podziemne i odkrywkowe - tu między innymi: pomiary stężenia metanu i sygnalizacja niebezpieczeństwa; sterowanie maszyn górniczych; automatyzacja urabiania i wydobywania;
- ♦ urządzenia ochronne zabezpieczające pracowników przed urazami.

Nic więc dziwnego, że zagadnienia bezpieczeństwa pracy urządzeń mikroprocesorowych od ponad 10 lat są przedmiotem badań i uzgodnień normatywnych. W 1985 roku Rada Ministerialna Organizacji Państw Nordyckich zleciła opracowanie stosownego raportu, który ukazał się w 1987 r. [9]. We wrześniu 1988 r., na zebraniu w Sztokholmie, Podkomitet 65A IEC powołał dwie grupy robocze: WG9 „Safe software” i WG10 „Functional safety of programmable electronic systems: Generic aspects”. Rezultatem ich prac jest projekt siedmioarkuszowej normy IEC DIS 1508 [6].

Jeżeli przywołać określenie jakości wg PN-ISO 8204: 1996 - Zarządzanie jakością i zapewnienie jakości - Terminologia:

Jakość - ogół właściwości obiektu, wiążących się z jego zdolnością do zaspokojenia stwierdzonych i przewidywanych potrzeb, przy czym obiektem jest: działanie lub proces, wyrób, organizacja, system albo osoba lub też dowolna kombinacja wyżej wymienionych.

to widać, że bezpieczeństwo dowolnego obiektu jest atrybutem jego jakości.

Jak odczuwamy bezpieczeństwo ? Lapidarnie można to sformułować następująco: urządzenie nie zagraża człowiekowi ani środowisku gdy

- ◆ Pracuje normalnie;
- ◆ Przypadkiem się z nim źle obejdziemy - może się popsuć, ale np. nie wybuchnie;
- ◆ Ulegnie samoczynnemu uszkodzeniu - może przestać działać, ale nie będzie zagrazać ani człowiekowi ani środowisku.

Stosuje się tu prawo robotyki Asimowa -

Robot nie ma prawa uczynić krzywdy człowiekowi.

- uogólnione na wszystkie elementy zintegrowanego systemu wytwarzania i na system jako całość.

Normy wymienione w p. 7.2. są podstawą certyfikacji pod względem bezpieczeństwa użytkowania; ich postanowienia powinny być bezwzględnie przestrzegane przy realizacji instalacji CIM

Projekty norm wymienione w p. 7.3. dotyczą przyszłościowych aspektów projektowania i realizacji urządzeń i systemów CIM; stosowanie się do ich postanowień i prezentowanej w nich metodyki jest wysoce wskazane.

7.2. Normy dotyczące urządzeń i gniazd

7.2.1. Wprowadzenie

Wszystkie urządzenia techniczne są badane pod względem tak zwanego bezpieczeństwa użytkowania. Odnoszą się do tego niżej wymienione normy . Atrybutami bezpieczeństwa użytkowania są np.:

- sprawdzenie bezpieczeństwa pracy urządzenia w stanie normalnym, np. stanu izolacji, prądu upływu, poziomu emisji promieniowania (tu komputery) itp.;
- sprawdzenie bezpieczeństwa działania w stanie pojedynczego uszkodzenia;
- sprawdzenie bezpieczeństwa działania w warunkach nienormalnego użytkowania, np. po zakleszczeniu się wirnika silnika elektrycznego
- sprawdzenie odporności na wpływy środowiska: klimatyczne, mechaniczne, elektromagnetyczne, oddziaływania specjalne, przykładowo promieniowanie jądrowe.

Ocena bazuje na wykonaniu prób i sprawdzeń. Jest ona oceną deterministyczną.

7.2.2. Wykaz norm

- PN-75/E-08003: Urządzenia elektryczne - Ochrona przeciwporażeniowa przy zastosowaniu filtrów przeciwzakłóceń - Ogólne wymagania i badania;
- IEC 950:1991 + Amd. 1:1992 + Amd. 2:1993 + Amd. 3: 1997 - (EN 60950:1992 + Amd. 1:1993 + Amd. 2:1993 - Safety of information technology equipment, including electrical business equipment. (Wersja polska PN-93/T-42107 + A1: 1997 - Bezpieczeństwo urządzeń techniki informatycznej i elektrycznych urządzeń techniki biurowej);
- IEC/TR 990:1990 - Methods of measurement of touch-current and protective conductor current. (Metody pomiaru prądu dotykowego i prądu przewodu ochronnego);
- IEC 1010-1:1990 + Amd. 1:1992 + Amd. 2:1995 (EN 6110-1:1993) - Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use. - Part 1: General requirements (Wersja polska PN-IEC 1010-1+A1: 1996);
- EN 60204-1:1992 + Cor. 1:1993 (IEC 204-1:1992) Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements (Wersja polska PN-EN 60204-1:1997 - Bezpieczeństwo maszyn - Wyposażenie elektryczne maszyn - Wymagania ogólne);
- ISO 10218:1992- Manipulating industrial robots - Safety. (Wersja polska PN-M-42087:1994 - Roboty przemysłowe - Bezpieczeństwo);
- EN 775: 1992+AC: 1993 - Manipulating industrial robots - Safety.
- EN 292-1:1991 - Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 1: Basic terminology, methodology (Wersja polska PN-EN 292-1:1997 - Maszyny - Bezpieczeństwo - Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania - Podstawowa metodologia, terminologia);
- EN 292-2:1991) Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 2: Technical principles and specifications. (Wersja polska PN-EN 292-2:1997 - Maszyny - Bezpieczeństwo - Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania - Zasady i wymagania techniczne);
- EN 954-1:1996 - Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design (Wersja polska prPN-EN 954-1 - Maszyny - Bezpieczeństwo - Elementy systemu sterowania związane z bezpieczeństwem - Ogólne zasady projektowania);
- prEN 954-2: - Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 2: Validation (Maszyny - Bezpieczeństwo - Elementy systemu sterowania związane z bezpieczeństwem - Walidacja);
- ISO 11161:1994 - Industrial automation systems - Safety of integrated manufacturing systems - Basic requirements (Wersja polska PN-ISO 11161: 1996 - Systemy automatyki przemysłowej - Bezpieczeństwo zintegrowanych systemów wytwarzania - Wymagania podstawowe.
- EN 1050: 1996 - Safety of machinery - Principles for risk assessment (Maszyny - Bezpieczeństwo - Zasady oceny ryzyka);
- PN-83/Z-08200 - Ochrona pracy - Maszyny i urządzenia produkcyjne - Ogólne wymagania bezpieczeństwa;

7.2.3. PN-75/E-08003 omawia ogólne wymagania i badania dotyczące zabezpieczenia przed porażeniem elektrycznym przy stosowaniu filtrów przeciwzakłóceń w urządzeniach elektrycznych:

- wymagania dotyczące stosowanych filtrów;
- program i opis badań.

7.2.4. PN-93/T-42107 omawia:

- zasady ogólne bezpieczeństwa sprzętu informatyki i techniki biurowej i definicje pojęć;
- ogólne warunki wykonywania badań;
- bezpieczeństwo części składowych;
- bezpieczeństwo przy załączaniu zasilania;
- wymagane oznakowanie i dokumentację;
- podstawowe wymagania projektowe dotyczące: ochrony przed porażeniem elektrycznym i przed zagrożeniami energią, izolacji, bezpiecznych obwodów bardzo niskiego napięcia (SELV), obwodów o ograniczonym prądzie, środków uziemienia ochronnego, odłączania od pierwotnego źródła zasilania, ochrony przed przeciążeniem prądowym i zwarcieziemnym w obwodach pierwotnych, blokad bezpieczeństwa, szczelin powietrznych, dróg upływu i odległości przez izolację, pomiaru prądu upływu do ziemi w urządzeniach przeznaczonych do bezpośredniego podłączenia do systemu IT (systemu rozdziału mocy bez bezpośredniego dołączenia do uziemienia);
- wymagania dotyczące przewodów, połączeń i zasilania;
- wymagania konstrukcyjne dotyczące stateczności i zagrożeń mechanicznych, wytrzymałości mechanicznej i uwalniania naprężeń; stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych, odporności na działanie ognia;
- wymagania termiczne i elektryczne obejmujące nagrzewanie, prąd upływu do ziemi; wytrzymałość elektryczną, pracę w warunkach nienormalnych i warunkach uszkodzenia;
- wymagania związane z podłączeniem do sieci telekomunikacyjnej;
- procedury badawcze dotyczące: badania odporności na gorąco i ogień, badania silników pracujących w warunkach nienormalnych, badania transformatorów, pomiaru dróg upływu i szczelin powietrznych, regulatorów temperatury;

7.2.5. IEC/TR 990:

- określa metody pomiaru prądu stałego lub prądu zmiennego, który może popłynąć przez ciało człowieka oraz prądu, który może płynąć w przewodzie ochronnym;
- podaje schematy układów pomiarowych i stanowisk badawczych w powiązaniu z rodzajem uziemienia występującego w sieci zasilającej.
- podaje odpowiednie procedury badawcze i kryteria oceny wyników pomiaru.

7.2.6 PN-IEC 1010-1 + A1 omawia m. in.:

- badania bezpieczeństwa użytkowania ze szczególnym podkreśleniem badania w stanie pojedynczego uszkodzenia;
- oznaczenia, w tym oznaczenia ostrzegawcze i dokumentację;
- ochronę przed porażeniem elektrycznym w warunkach normalnych i w stanie pojedynczego uszkodzenia;
- odstępy izolacyjne powietrzne i powierzchniowe i ich niezmienność w warunkach nagrzania;
- ochronę przed zagrożeniami mechanicznymi i przed rozprzestrzenianiem się ognia;
- odporność na wilgoć i ciecze;
- ochronę przed promieniowaniem, wydzielanymi gazami, eksplozją i implozją;
- wymagania do podzespołów;

EN 61010 - dodatkowo wprowadza wymaganie zgodności z Dyrektywami UE dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej, niskich napięć i maszynowej.

7.2.7. EN 60204-1 jest normą podstawową w zakresie bezpieczeństwa elektrycznego maszyn i jest powoływana w normach dotyczących maszyn, robotów i zintegrowanych systemów wytwarzania; omawia ona m. in. wymagania w zakresie:

- zasilania elektrycznego;
- kompatybilności elektromagnetycznej;
- warunków rzeczywistego środowiska pracy: temperatury, wilgotności, wysokości npm, zanieczyszczeń, promieniowania, narażeń mechanicznych;
- zacisków zasilania i przyrządów odłączających i wyłączających;
- ochrony przed porażeniem elektrycznym;
- zabezpieczenia wyposażenia maszyny przed przetężeniem, przed nieprawidłową temperaturą, przed przerwą w zasilaniu;
- zabezpieczenia silników przed przeciążeniem i przed nadmierną prędkością obrotową;
- połączeń wyrównawczych;
- obwodów sterowniczych, w tym stopu awaryjnego i środków do minimalizacji ryzyka w przypadku uszkodzenia;
- interfejsu operatora, w tym kodowania kolorami,
- wyposażenia elektronicznego;
- aparatury sterowniczej w zakresie usytuowania, montażu i obudowy;
- przewodów i kabli oraz ich prowadzenia;
- silników elektrycznych i wyposażenia z nimi związanego;
- wyposażenia pomocniczego i oświetlenia.

- znaków ostrzegawczych, oznaczania elementów i dołączanej dokumentacji;
- zakresu badań po zamontowaniu wyposażenia do maszyny.

7.2.8. PN-M-42087:1994 podaje wymagania m. in. w zakresie:

- zasad ogólnych zapobiegania wypadkom i analizy bezpieczeństwa, w tym określania źródeł zagrożeń i szacowania ryzyka;
- ogólnych wymagań dotyczących projektowania;
- projektu i wykonania robota;
- projektu i ochrony technicznej układu zrobotyzowanego;
- użytkowania i konserwacji;
- instalowania, uruchamiania i sprawdzania funkcji;
- dokumentacji i szkolenia personelu ;
- w zakresie wyposażenia elektrycznego powołuje PN-EN 60204-1.

7.2.9. EN 775 podaje wymagania w zakresie analogicznym co PN-M-42087: 1994.

7.2.10. EN 292-1 podaje m. in.:

- pojęcia podstawowe dotyczące bezpieczeństwa maszyn;
- opis zagrożeń powodowanych przez maszyny: mechanicznych, elektrycznych, termicznych, wywoływanych hałasem, wibracjami, promieniowaniem, właściwościami zastosowanych materiałów i substancji oraz zaniedbaniem zasad ergonomii;
- strategię wyboru środków zabezpieczających;
- zasady metodyki oceny ryzyka i odwołanie do EN 1050.

7.2.11. EN 292-2 podaje wymagania m. in. w zakresie:

- zmniejszenia ryzyka metodami projektowymi - w tym: nadawania maszynie cech nieodłącznego bezpieczeństwa, uwzględniania zasad ergonomii, uwzględniania zasad bezpieczeństwa przy projektowaniu sterowania, zapobiegania zagrożeniom pochodzącym od instalacji hydraulicznej, pneumatycznej i elektrycznej, ograniczania narażenia otoczenia na niebezpieczeństwo przez stosowanie niezawodnego wyposażenia, mechanizację i automatyzację operacji załadowczo-wyładowczych, umieszczanie jak największej liczby elementów obsługiwanych poza strefą niebezpieczną;
- blokad bezpieczeństwa;
- informacji dostarczanych użytkownikowi.

7.2.12. EN 954-1 omawia m. in. :

- cele techniki bezpieczeństwa przy projektowaniu;
- ogólne sposoby postępowania podczas projektowania oraz proces wyboru i projektowanie środków bezpieczeństwa;
- charakterystyczne właściwości funkcji bezpieczeństwa: stopu funkcjonalnego, stopu awaryjnego, nastawiania ręcznego, startu i restartu; czasu odpowiedzi, parametrów związanych z bezpieczeństwem - w tym parametrów ruchu, lokalnych funkcji sterowania, ręcznego wstrzymywania funkcji bezpieczeństwa, wahań i przerw w zasilaniu oraz ponownego włączenia źródeł zasilania;
- kategorie bezpieczeństwa uzależnione od odporności na defekty;
- nadzorowanie defektów - w tym wykluczanie defektów;
- walidacja bezpieczeństwa - w tym walidacja przez analizę, walidacja przez badanie i sprawozdanie z walidacji - przy czym jest tu powołanie EN 954-2 i IEC DIS 1508;
- konserwację i informacje o użytkowaniu;
- wykaz ważniejszych defektów i uszkodzeń zależności od rodzaju stosowanej technologii.

2.7.13. EN 954-2 podaje wymagania m. in. w zakresie;

- procesu walidacji: zasad i planu walidacji, wymaganych dokumentów, dokumentacji oprogramowania, zapisów z walidacji;
- walidacji przez analizę - w tym stosowanych technik;
- walidacji przez badania: warunków środowiskowych, dokładności pomiaru, liczby próbek, zjawisk przejściowych;
- kryteriów włączania i wyłączania defektów przy ustalaniu listy defektów, które będą analizowane;
- walidacji funkcji bezpieczeństwa;
- walidacji kategorii bezpieczeństwa - w tym badanie kategorii, walidację wymagań dotyczących kategorii;
- walidacji kombinacji funkcji związanych z bezpieczeństwem;
- walidacji odporności na działanie czynników mechanicznych: wibracji, uderzeń, zanieczyszczeń, na zmiany zasilania wg wymagań PN-EN 60204-1. na wpływ czynników klimatycznych: zimna, suchego gorąca, zmian temperatury, cyklicznego gorąca wilgotnego;
- walidacji odporności na zakłócenia elektromagnetyczne: serie szybkich impulsów, udary. pole elektromagnetyczne, zakłócenia radioelektryczne przewodzone i wyładowania elektryczności statycznej;
- walidacji wymagań utrzymania i serwisu;
- szczególnych wymagań dotyczących systemów mechanicznych.
- szczególnych wymagań dotyczących systemów pneumatycznych.
- szczególnych wymagań dotyczących systemów hydraulicznych.

- szczególnych wymagań dotyczących systemów elektromechanicznych;
- szczególnych wymagań dotyczących systemów elektronicznych i programowalnych elektronicznych;

Ponadto podane są przykłady pozwalające przedstawić metody badań.

2.7.14. PN-ISO 11161 podaje wymagania m. in. w zakresie;

- strategii bezpieczeństwa - w tym: specyfikacja systemu, identyfikacja zagrożeń, ocena ryzyka, względy ergonomiczne, znakowanie, dokumentacji;
- projektu funkcji bezpieczeństwa - w tym: zakłóceń, ograniczenia wpływu skutków uszkodzeń na funkcje bezpieczeństwa, środków bezpieczeństwa, urządzeń sterowniczych obsługiwanych ręcznie, wskaźników stanu, środków sterowania stosowanych do zawieszenia działania urządzeń ochronnych, pracy lokalnej, uruchamiania, zatrzymywania, ruchów w sytuacjach awaryjnych, zaników i wahań napięcia, odłączenia zasilania, zmagazynowanej energii, parametrów dotyczących bezpieczeństwa;
- projektowania i zabezpieczenia systemu - w tym: osłon, blokad i czujnikowych urządzeń zabezpieczających, urządzeń zezwolenia i ostrzegawczych, oznakowania bezpieczeństwa, procedur bezpiecznej pracy, otworów do załadunku i wyładunku materiału, czasu i odległości zatrzymania;
- szkolenia, instalowania, przekazywania;
- badań funkcjonalnych;
- użytkowania i konserwacji.

2.7.15. CEN 1050: 1996 podaje metodykę prowadzenia analizy zagrożeń i ryzyka.

2.7.16. PN-83/Z-08200 podaje wymagania m. in. w zakresie;

- doboru odpowiednich zasad działania, rozwiązań konstrukcyjnych i spełnienia wymagań ergonomicznych;
- elementów sterowania - wymagania wynikające z konstrukcji i funkcjonowania maszyny i samych jej elementów;
- urządzeń natychmiastowego zatrzymania maszyny, aby nie powodowało to zagrożeń wynikających ze zużywania się elementów powodujących zatrzymanie;
- środków ochrony i urządzeń sygnalizujących naruszenie normalnych warunków pracy zastosowanych w maszynie;
- odporności na równoczesne zadziaływanie różnych układów funkcjonalnych;
- odpornością na spadki i zaniki napięcia zasilania, w tym uniemożliwienia samoczynnego załączenia po wznowieniu zasilania.

7.3. Normy dotyczące bezpieczeństwa funkcjonalnego

7.3.1. Wprowadzenie

Jak wykazuje doświadczenie własne oraz literatura podejście typowe do bezpieczeństwa użytkownika jest wystarczające w przypadku urządzeń programowalnych, szczególnie mikroprocesorowych. Nie można bowiem przeprowadzić prób obejmujących wszystkie możliwe stany systemu i tym bardziej jest to niewykonalne, im system jest bardziej złożony. Powstało nowe podejście do zagadnienia - *bezpieczeństwo funkcjonalne (functional safety)*.

Atrybuty bezpieczeństwa funkcjonalnego (bf) można scharakteryzować następująco:

- pojęcie jest stosowane do systemów i funkcji związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa działania urządzeń i systemów;
- bezpieczeństwo funkcjonalne uzyskuje się przez eliminowanie, metodami zapobiegawczymi, przyczyn mogących wywołać uszkodzenia systematyczne (tj. jakby „wrodzone wady konstrukcji”);
- miarą bezpieczeństwa funkcjonalnego są wskaźniki probabilistyczne;
- drogą do uzyskania bezpieczeństwa funkcjonalnego jest stosowanie odpowiednich procedur postępowania przez odpowiednio biegły personel;
- drogą do upewnienia się o osiągnięciu wymaganego poziomu bezpieczeństwa funkcjonalnego jest systematyczne auditowanie i ocenianie grup czynności;

Pojęcie bezpieczeństwa funkcjonalnego jest odnoszone , w szczególności, do programowalnych urządzeń elektronicznych.

Funkcje związane z bezpieczeństwem to m.in.: stop; stop awaryjny; reset ręczny; start i restart; czas odpowiedzi; parametry związane z bezpieczną pracą: położenie, prędkość, temperatura, ciśnienie; lokalne funkcje sterowania np. panel przenośny-podwieszony; ręczne zawieszanie funkcji bezpieczeństwa.

7.3.2. Wykaz norm :

- Draft IEC 1508-1:1995. - Functional safety: safety related systems - Part 1: General requirements (Bezpieczeństwo funkcjonalne - Systemy związane z bezpieczeństwem - Wymagania ogólne);
- Draft IEC 1508-2:1995. - Functional safety: safety related systems - Part 2. Requirements for electrical/electronic/ programmable electronic systems (Bezpieczeństwo funkcjonalne - Systemy związane z bezpieczeństwem - Wymagania dotyczące układów elektrycznych/elektronicznych/programowalnych elektronicznych);
- Draft IEC 1508-3:1995. - Functional safety. safety related systems - Part 3: Software requirements (Bezpieczeństwo funkcjonalne - Systemy związane z bezpieczeństwem - Wymagania dotyczące oprogramowania);

- Draft IEC 1508-4:1995. - Functional safety: safety related systems - Part 4: Definitions and abbreviations of terms (Bezpieczeństwo funkcjonalne - Systemy związane z bezpieczeństwem - Określenia);
- Draft IEC 1508-5:1995. - Functional safety: safety related systems - Part 5: Guidelines on the application of Part 1 (Bezpieczeństwo funkcjonalne - Systemy związane z bezpieczeństwem - Wytyczne do stosowania arkusza 1);
- Draft IEC 1508-6:1995. - Functional safety: safety related systems - Part 6: Guidelines on the application of Parts 2 and 3 (Bezpieczeństwo funkcjonalne: Systemy związane z bezpieczeństwem - Wytyczne do stosowania arkuszy 2 i 3);
- Draft IEC 1508-7:1995. - Functional safety: safety related systems - Part 7: Bibliography of techniques and measures (Bezpieczeństwo funkcjonalne - Systemy związane z bezpieczeństwem - Bibliografia stosowanych technik).

7.3.3. Określenia podstawowe podane w powyżej wymienionych normach:

- Bezpieczeństwo funkcjonalne - zdolność systemu związanego z bezpieczeństwem do wykonania działań niezbędnych do osiągnięcia stanu bezpiecznego przez urządzenie (system) ochraniane lub do utrzymania stanu bezpiecznego urządzenia (systemu) ochranianego;
- System związany z bezpieczeństwem - system który:
 1. implementuje funkcje bezpieczeństwa wymagane do osiągnięcia stanu bezpiecznego urządzenia (systemu) sterowanego/ochranianego lub do utrzymania stanu bezpiecznego tego urządzenia (systemu);
 2. jest przewidziany, sam lub w powiązaniu z innymi systemami związanymi z bezpieczeństwem, do osiągnięcia koniecznego poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa w implementacji wymaganych funkcji bezpieczeństwa;
- Zagrożenie (hazard) - możliwość doznania urazu lub nadwyrężenia zdrowia;
- Ryzyko (risk) - kombinacja prawdopodobieństwa wystąpienia i stopnia możliwego urazu lub nadwyrężenia zdrowia w sytuacji zagrożenia;
- Ocena bezpieczeństwa funkcjonalnego - badanie podjęte w celu dojścia do stwierdzenia, popartego dowodami, o osiągnięciu bezpieczeństwa funkcjonalnego przez jeden lub kilka systemów związanych z bezpieczeństwem i lub przez zewnętrzne urządzenia ograniczające ryzyko;
- Audit bezpieczeństwa funkcjonalnego - systematyczne i niezależne sprawdzanie w celu stwierdzenia, czy procedury wyraźnie adresowane do wymagań bezpieczeństwa funkcjonalnego są zgodne z zaplanowanymi działaniami, czy są efektywnie wdrożone oraz czy są odpowiednie do osiągnięcia zamierzonych celów;
- Nienaruszalność bezpieczeństwa - prawdopodobieństwo, że system związany z bezpieczeństwem będzie zadowalająco realizował wymagane funkcje bezpieczeństwa w wymaganych warunkach i w wymaganym przedziale czasu;
- Cykl trwałości bezpieczeństwa - niezbędne działania wchodzące w implementację systemów związanych z bezpieczeństwem. występujące w okresie czasu od rozpoczęcia opracowywania koncepcji projektu aż do chwili gdy żaden z systemów związanych z bezpieczeństwem nie nadaje się już do używania.

7.3.4. Wymagania ogólne wynikające z zacytowanych norm

- Posiadanie przez każdą z organizacji, związaną z projektowaniem, produkcją i użytkowaniem urządzeń, systemu zapewnienia jakości wg ISO 9000 lub podobnego.
- Spełnienie wymienionych w normie wymagań i prowadzenie zapisów to wykazujących.
- Wykazanie, że osoby odpowiedzialne za jakikolwiek element cyklu zapewnienia bezpieczeństwa mają wystarczające kompetencje do ponoszenia takiej odpowiedzialności.
- Istnienie PLANU *zapewnienia bezpieczeństwa* jako części *planu jakości* dotyczącego rozpatrywanego przedsięwzięcia.
- Opracowanie cyklu trwałości (uzyskania i utrzymania) bezpieczeństwa, od fazy koncepcji do ostatecznego złomowania produktu.
- Przeprowadzenie analizy zagrożeń i ryzyka.
- Istnienie sformułowanych wymagań w zakresie bezpieczeństwa, w tym poziomu nienaruszalności (integryty) bezpieczeństwa.
- Przypisanie (alokacja) poszczególnych wymagań do konkretnych elementów sprzętu i oprogramowania, w tym stosowania zewnętrznych środków zapewnienia bezpieczeństwa
- Istnienie planu użytkowania i serwisu
- Istnienie planu zatwierdzania, weryfikacji i oceny realizacji poszczególnych elementów projektu oraz urządzenia jako całości, pod względem bezpieczeństwa, w tym plan auditów.
- Istnienie procedury instalowania i przekazywania do eksploatacji oraz zatwierdzania wykonania tych prac.
- Istnienie procedury złomowania.

Przykładowe obszary zastosowania wymagań normy [6] to:

- przemysł przetwórczy - systemy bezpieczeństwa wyłączające (systemy wyłączania awaryjnego), systemy wykrywania gazu, systemy sterowania palnikami-paleniskami;
- przemysł wytwórczy - roboty przemysłowe i obrabiarki;
- transport - sygnalizacja kolejowa i zabezpieczenie ruchu pociągów, systemy hamulcowe, windy i dźwigi;
- medycyna - wszelka aparatura elektromedyczna, roboty operacyjne i inne inwazyjne. radiografia;
- inne - systemy wykrywania pożaru, urządzenia rekreacyjne wesołych miasteczek

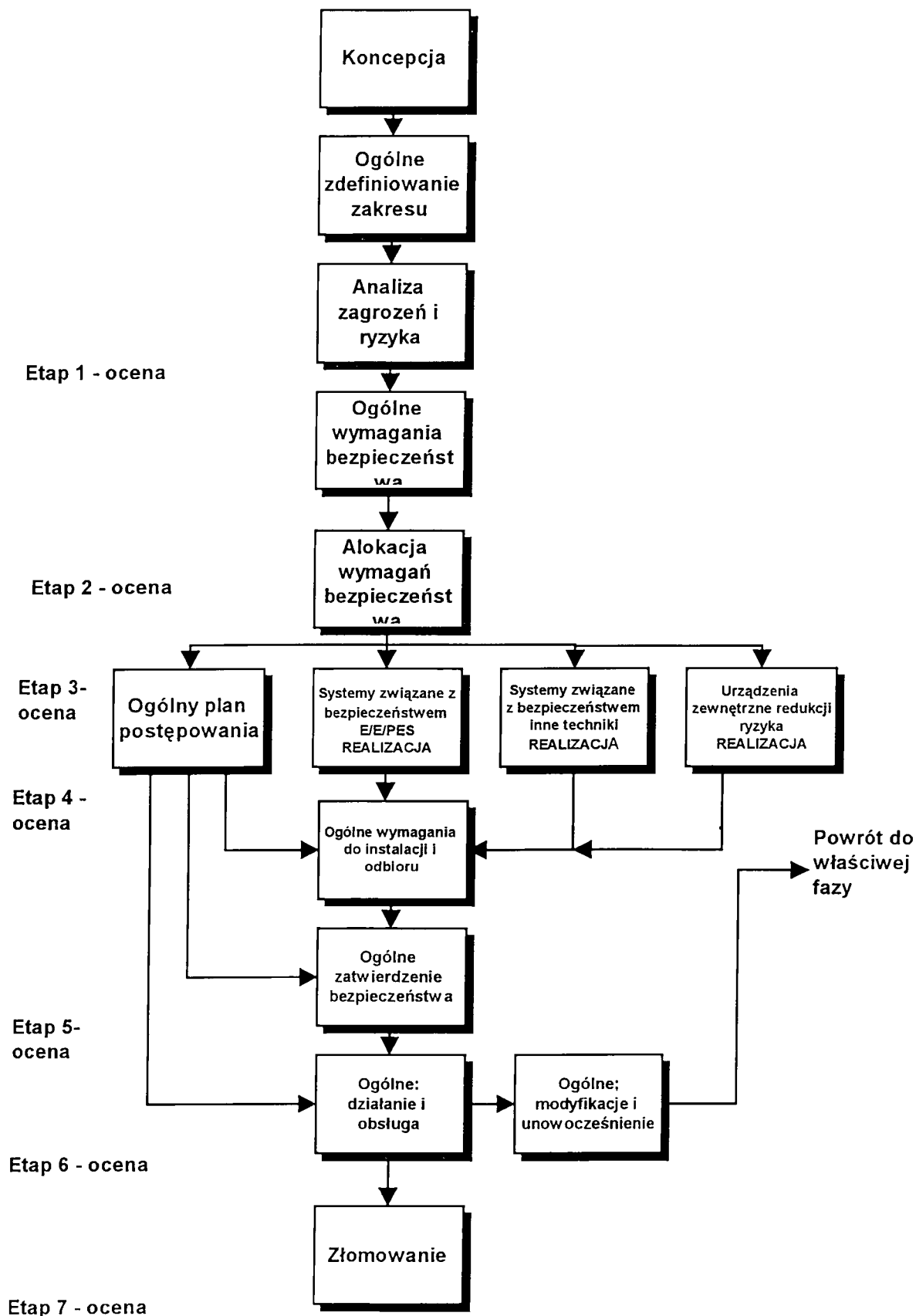
7.3.5. Cykl trwałości bezpieczeństwa

Podstawowym wymaganiem formułowanym przez normę [6] jest zrealizowanie cyklu trwałości bezpieczeństwa - rys. 1.

Komentarzem do przedstawionego rysunku jest tablica 1.

Tablica 1. Cele do osiągnięcia i ich składowe

CELE	SKŁADOWE CELÓW
Obiekty nienaruszalności bezpieczeństwa są dobrane prawidłowo w odniesieniu do ryzyka dopuszczalnego	* ryzyko dopuszczalne zostało zdefiniowane. * ryzyko zostało przeanalizowane; * ryzyko jest wymierzone właściwie odnośnie do zastosowanych systemów związanych z bezpieczeństwem.
Wymagania funkcjonalne zostały prawidłowo zdefiniowane	* wymagania wyspecyfikowano; * funkcje związane z bezpieczeństwem zostały zdefiniowane.
Bezpieczeństwo funkcjonalne zostało zrealizowane	* usunięto błędy; * opanowano źródła błędów.
Bezpieczeństwo funkcjonalne jest utrzymywane lub powiększane w eksploatacji	* jest projekt operatorski; * jest projekt serwisu; * są procedury operatorskie; * są procedury serwisu.
Bezpieczeństwo funkcjonalne jest zapewnione	* zostały zatwierdzone wymagania dotyczące bezpieczeństwa funkcjonalnego; * został oceniony poziom nienaruszalności bezpieczeństwa; * zamieszczono w dokumentach klauzulę o udowodnieniu osiągnięcia celów w zakresie bezpieczeństwa.



rys. 1. Ogólny cykl trwałości

7.3.6. Wymagania dotyczące nienaruszalności bezpieczeństwa

Do sformułowania wymagań określających poziomy nienaruszalności bezpieczeństwa (SIL) stosuje się podział systemów podany w tablicy 2.

Tablica 2. Relacja systemów sterowania i ochronnych związanych z bezpieczeństwem i ich trybów pracy

TRYB PRACY	TYP SYSTEMU ZWIĄZANEGO Z BEZPIECZEŃSTWEM	
	Sterowanie	Ochrona
Na wezwanie	Wymaga się aby system sterowania pracował w krótkich przedziałach czasu np. ABS	Systemy ochronne których liczba zdarzeń jest małą w porównaniu z liczbą testów sprawdzających (np. system odcięcia instalacji chemicznej)
Ciągły / na częste wezwanie	Wymaga się, aby system pracował mniej lub więcej ciągle w długich przedziałach czasu np. stymulator pracy serca	Systemy ochronne których liczba zdarzeń jest dużą w porównaniu z liczbą testów sprawdzających (np. fotoelektryczny system ochronny maszyny)

Wartości prawdopodobieństwa poprawnej pracy, wymagane w odniesieniu do poziom nienaruszalności bezpieczeństwa i trybu pracy systemu wg tablicy 2, zestawiono w tablicy 3.

Tablica 3. Wartości prawdopodobieństwa poprawnej pracy wymagane dla określonych poziomów nienaruszalności bezpieczeństwa.

POZIOM NIENARUSZALNOŚCI BEZPIECZEŃSTWA (SIL)	TRYB PRACY NA WEZWANIE (prawdopodobieństwo upośledzenia zaprojektowanej funkcji systemu, realizowanej na żądanie)	TRYB PRACY CIĄGŁY LUB NA CZĘSTE WEZWANIE (prawdopodobieństwo niebezpiecznego uszkodzenia w ciągu roku pracy)
4	$\geq 10^{-5} \leq 10^{-4}$	$\geq 10^{-5} \leq 10^{-4}$
3	$\geq 10^{-4} \leq 10^{-3}$	$\geq 10^{-4} \leq 10^{-3}$
2	$\geq 10^{-3} \leq 10^{-2}$	$\geq 10^{-3} \leq 10^{-2}$
1	$\geq 10^{-2} \leq 10^{-1}$	$\geq 10^{-2} \leq 10^{-1}$

Wymagania związane z przeprowadzaniem oceny jakości wykonania poszczególnych etapów postępowania w cyklu trwałości bezpieczeństwa, zaznaczonych na rys. 1, podano w tablicach 4 i 5. Użyte symbole mają następujące znaczenie:

- HR - ten poziom niezależności oceniających (auditorów) jest wysoce zalecany; w przypadku przyjęcia niższego poziomu niezależności, należy to uzasadnić.

- NR - ten poziom niezależności oceniających (auditorów) jest stanowczo nie zalecany; w przypadku przyjęcia tego zbyt niskiego poziomu niezależności, należy to uzasadnić.

Tablica 4. Minimalny poziom niezależności auditorów oceniających bezpieczeństwo funkcjonalne (rys. 1, etapy 1, 2, 5, 6 i 7)

MINIMALNY POZIOM NIEZALEŻNOŚCI	KONSEKWENCJE			
	POMIJALNE	NIEWIELKIE	KRYTYCZNE	KATASTROFICZNE
Osoba niezależna	HR	HR	NR	NR
Dział niezależny	-	HR	HR	NR
Organizacja niezależna	-	-	HR	HR

Tablica 5. Minimalny poziom niezależności auditorów oceniających bezpieczeństwo funkcjonalne (rys. 1, etapy 3 i 4)

MINIMALNY POZIOM NIEZALEŻNOŚCI	POZIOM NIENARUSZALNOŚCI BEZPIECZEŃSTWA			
	1	2	3	4
Osoba niezależna	HR	HR	NR	NR
Dział niezależny	-	HR	HR	NR
Organizacja niezależna	-	-	HR	HR

7.3.7. Wymagania dotyczące wykrywania przypadkowych defektów sprzętu []

Wymagania określające sposoby wykrywania defektów przypadkowych, jakie mogą wystąpić w sprzęcie oraz reakcje systemu zestawiono w tablicy 6. Przyjęto w niej poniżej podane kryteria podziału na elementy o małej i dużej sumie ogólnej defektów.

Elementy o małej sumie ogólnej defektów (low fault count components) to:

- elementy w pełni przetestowane;
- są wiarygodne dane o uszkodzeniach wynikające z doświadczeń zebranych na obiektach;
- za wiarygodne dane o uszkodzeniach uznaje się dane zestawione na podstawie 100 tys. godzin pracy w ciągu 2 lat, 10 systemów w różnych zastosowaniach.

Jeżeli dowolny z tych trzech warunków nie jest spełniony, to element zalicza się do grupy elementów o dużej sumie ogólnej defektów (high fault count components)

Tablica 6. Wymagania dotyczące przypadkowych defektów sprzętu

SIL	WYMAGANIA DOTYCZĄCE DEFECTÓW (DEFECTÓW PRZYPADKOWYCH) ELEMENTÓW O MAŁEJ SUMIE OGÓLNEJ DEFECTÓW	WYMAGANIA DOTYCZĄCE DEFECTÓW (DEFECTÓW PRZYPADKOWYCH) ELEMENTÓW O DUŻEJ SUMIE OGÓLNEJ DEFECTÓW
1	Nie wykryte defekty związane z bezpieczeństwem są wykrywane przez sprawdzenie kontrolne.	Nie wykryte defekty związane z bezpieczeństwem są wykrywane przez sprawdzenie kontrolne.
2	Nie wykryte defekty związane z bezpieczeństwem są wykrywane przez sprawdzenie kontrolne.	W przypadku elementów nie objętych diagnostyką on-line w średniej skali system powinien realizować funkcje bezpieczeństwa w stanie pojedynczego defektu. Nie wykryte defekty związane z bezpieczeństwem są wykrywane przez sprawdzenie kontrolne.
3	W przypadku elementów nie objętych diagnostyką on-line w średniej skali system powinien realizować funkcje bezpieczeństwa w stanie pojedynczego defektu. Nie wykryte defekty związane z bezpieczeństwem są wykrywane przez sprawdzenie kontrolne.	W przypadku elementów objętych diagnostyką on-line w wysokiej skali, system powinien realizować funkcje bezpieczeństwa w warunkach pojedynczego defektu. Nie wykryte defekty związane z bezpieczeństwem są wykrywane przez sprawdzenie kontrolne.
4	W przypadku elementów nie objętych diagnostyką on-line w wysokiej skali, system powinien realizować funkcje bezpieczeństwa w warunkach dwóch defektów. Nie wykryte defekty związane z bezpieczeństwem są wykrywane przez sprawdzenie kontrolne. Ilościowa analiza sprzętu powinna bazować na założeniu najgorszego przypadku.	Elementy powinny realizować funkcje bezpieczeństwa w warunkach dwóch defektów. Defekty powinny być wykrywane za pomocą diagnostyki on-line wysokiej skali. Nie wykryte defekty związane z bezpieczeństwem są wykrywane przez sprawdzenie kontrolne. Ilościowa analiza sprzętu powinna bazować na założeniu najgorszego przypadku.

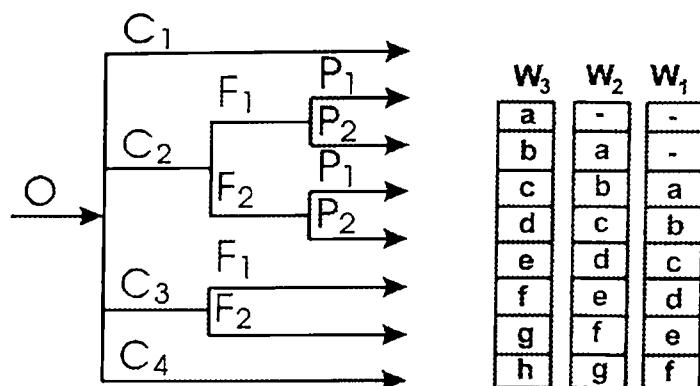
Znaczenie pojęć dotyczących diagnostyki jest podane w tablicy 9.

7.3.8. Ocena zagrożeń i ryzyka

Postępowaniem, które w świetle wymagań [5.6] musi zostać bezwzględnie przeprowadzone, jest ocena zagrożeń i ryzyka. Wymienione normy podają odpowiednią metodykę postępowania. Symbole stosowane w opisie postępowania zestawiono w tablicy 7, zaś graf ilustrujący postępowanie podano na rys. 2. [6]

Tablica 7. Ocena ryzyka - znaczenie symboli

PARAMETR RYZYKA	SYMBOL	KLASYFIKACJA
Konsekwencje (C)	C ₁	Niewielkie urazy
	C ₂	Poważne ciągłe urazy dotyczące jednej lub kilku osób, śmierć jednej osoby
	C ₃	Śmierć kilku osób
	C ₄	Śmierć bardzo dużej liczby osób
Częstotliwość i czas narażania (F)	F ₁	Rzadkie do częstszego narażanie w strefie zagrożenia
	F ₂	Częste do ciągłego narażanie w strefie zagrożenia
Możliwość uniknięcia zdarzeń zagrożających (P)	P ₁	Możliwe przy spełnieniu pewnych warunków
	P ₂	Zupełnie niemożliwe
Prawdopodobieństwo zajścia zdarzeń niepożądanych (W)	W ₁	Bardzo niewielkie prawdopodobieństwo, że zajdzie zdarzenie niepożądane i tylko nieliczne zdarzenia niepożądane są prawdopodobne
	W ₂	Niewielkie prawdopodobieństwo, że zajdzie zdarzenie niepożądane i mało zdarzeń niepożądanych jest prawdopodobnych
	W ₃	Relatywnie wysokie prawdopodobieństwo, że zajdzie zdarzenie niepożądane i liczne zdarzenia niepożądane są prawdopodobne



Niezbędne minimum redukcji ryzyka	Wymagany poziom nienaruszalności bezpieczeństwa
-	nie ma wymagań bezpieczeństwa
a	nie ma specjalnych wymagań bezpieczeństwa
b,c	1
d	2
e,f	3
g	4
h	ten rodzaj urządzenia jest niewystarczający

rys. 2. Ocena zagrożeń i ryzyka - graf.

Analizę rozpoczyna się w punkcie startowym O. Niech powodem zagrożenia jest otwarcie drzwi do strefy niebezpiecznej. Po pierwsze należy ocenić konsekwencje C - jeżeli są one znikome (C₁), to dalsza analiza jest niepotrzebna i niezależnie od prawdopodobieństwa zajścia tego niepożądanego zjawiska nie formułuje się wymagań dotyczących nienaruszalności bezpieczeństwa.

Gdy konsekwencje ocenia się jako katastroficzne (C₄), to zależnie od prawdopodobieństwa W ustala się wymagany poziom nienaruszalności bezpieczeństwa na 3, 4 lub ocenianą instalację dyskwalifikuje się.

Gdy konsekwencje ocenia się na poziomie C₂ lub C₃, należy prowadzić dalszą analizę, postępując według grafu i ustalając wymagane poziomy nienaruszalności bezpieczeństwa.

Norma prPN-EN 954-1 (patrz p. 7.2.X) podaje nieco inną metodę oceny, prowadzącą do ustalenia kategorii bezpieczeństwa.

7.3 9. Wybrane strategie

Szczególnie ważną jest strategia wykrywania defektów przypadkowych i minimalizowania ich skutków oraz zapobiegania powstawaniu defektów systematycznych, do których należą:

- błędy ustalania wymagań;
- błędy wyposażenia;
- błędy oprogramowania;
- błędy wspólnej przyczyny w układach zredundowanych.

Strategia ta to trzy - punktowa strategia zapobiegania defektom, która obejmuje:

- zapewnienie wysokiej niezawodności;
- opracowanie i wprowadzenie konfiguracji odpornej na błędy;
- posiadanie systemu jakości przez wszystkie organizacje uczestniczące w procesie projektowania i realizacji.

7.3.10. Projektowanie i prace rozwojowe

Jako przykłady technik stosowanych w pracach rozwojowych przedstawiono testowanie modułów oprogramowania - odpowiednie wymagania, wg [6], podano w tablicy 8

Tablica 8. Wymagania dotyczące testowania oprogramowania

TECHNIKI / METODY	SIL 1	SIL 2	SIL 3	SIL 4
1. Testowanie probabilistyczne	-	R	R	HR
2. Analiza i testowanie dynamiczne	R	HR	HR	HR
3. Rejestrowanie i analiza danych	HR	HR	HR	HR

Należy zauważyć, że testowanie modułów oprogramowania jest działaniem weryfikacyjnym, przy czym technika-metoda powinny zostać wybrane odpowiednio do wymaganego poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa. Satysfakcjonujące jest zastosowanie jednej z pomiędzy równoważnych technik-metod.

7.3.11. Techniki / metody zapewnienia nienaruszalności bezpieczeństwa urządzeń elektronicznych

Jako przykłady technik stosowanych do zapewnienia nienaruszalności bezpieczeństwa urządzeń zestawiono w tablicy 9 metody diagnostyki wraz z oceną odpowiedniego zakresu zapewnianego przez każdą z metod [6].

Tablica 9. Techniki-metody diagnostyki urządzeń

TECHNIKA METODA	ZAKRES DIAGNOSTYKI (DC)	UWAGI
wykrywanie uszkodzeń na podstawie obserwacji procesu (on-line)	niski do średniego	zależy od zakresu wykrywania uszkodzeń wewnątrz sprzętu
komparator	średni do wysokiego	wysoki, gdy bezpieczny
głosowanie większościowe	średni do wysokiego	zależy od jakości głosowania
próba z wykorzystaniem redundancji sprzętu	niski do średniego	zależy od zakresu wykrywania uszkodzeń wewnątrz sprzętu
zasady dynamiczne	niski do średniego	zależy od zakresu wykrywania uszkodzeń
portów dostępu do testów standardowych i architektury skanowania brzegów	niski do wysokiego	zależy od zakresu wykrywania uszkodzeń
sprzęt bezpieczny (doprowadzenie systemu do stanu bezpiecznego gdy nastąpi uszkodzenie)	wysoki	
redundancja monitorowana	średni do wysokiego	zależy od stopnia zredundowania i nadzoru
sprzęt sprawdzany automatycznie	niski do wysokiego	zależy od zakresu sprawdzeń

8. NORMY DOTYCZĄCE NORMALIZACJI I OCENY SYSTEMÓW

Tu mieści się grupa norm dotyczących oceny właściwości systemów oraz normy omawiające jak formułować szczegółowe wymagania do instalacji CIM.

8.1. Normy opisujące ocenę systemów

8.1.1. Wykaz norm

Ocena systemów automatyki jest zagadnieniem kompleksowym i złożonym. Dążenie do sprecyzowania postępowania, które miałyby poparcie międzynarodowe i ułatwiło wymianę usług w zakresie realizacji systemów, doprowadziło do opracowania poniższych norm międzynarodowych:

- a. IEC1069-1:1991 (EN 61069: 1993) - Industrial-process measurement and control - Evaluation of system properties for the purpose of system assessment - Part 1: General considerations and methodology (Pomiary i sterowanie procesami przemysłowymi - Wyznaczanie właściwości systemu w celu jego oceny - Postanowienia ogólne i metodologia).
- b. IEC 1069-2:1993 (EN 61069-2: 1994) - Industrial-process measurement and control - Evaluation of system properties for the purpose of system assessment - Part 2: Assessment methodology. (Pomiary i sterowanie procesami przemysłowymi - Wyznaczanie właściwości systemu w celu jego oceny - Metodologia oceny).
- c. IEC 1069-3: 1996 (EN 61069-3: 1996) - Industrial-process measurement and control - Evaluation of system properties for the purpose of system assessment - Part 3: Assessment of system functionality. (Pomiary i sterowanie procesami przemysłowymi - Wyznaczanie właściwości systemu w celu jego oceny - Ocena funkcjonalności systemu).
- d. IEC 61069-4: 1997 (EN 61069-3:1997) - Industrial-process measurement and control - Evaluation of system properties for the purpose of system assessment - Part 4: Assessment of system performance. (Pomiary i sterowanie procesami przemysłowymi - Wyznaczanie właściwości systemu w celu jego oceny - Ocena osiągnięć systemu).
- e. IEC 1069 5: 1995 (EN 61069-5: 1996) - Industrial-process measurement and control - Evaluation of system properties for the purpose of system assessment - Part 5: Assessment of system dependability. (Pomiary i sterowanie procesami przemysłowymi - Wyznaczanie właściwości systemu w celu jego oceny - Ocena pewności systemu).
- f. Draft IEC 61069-6 (pr EN 61069-6) - Industrial-process measurement and control - Evaluation of system properties for the purpose of system assessment - Part 6: Assessment of system operability. [65A/246/FDIS] (Pomiary i sterowanie procesami przemysłowymi - Wyznaczanie właściwości systemu w celu jego oceny - Ocena obsługiwalności systemu)
- g. Draft IEC 61069-7 (prEN 61069-7) - Industrial-process measurement and control - Evaluation of system properties for the purpose of system assessment - Part 7: Assessment of system safety. [65A/243/CDV] (Pomiary i sterowanie procesami przemysłowymi - Wyznaczanie właściwości systemu w celu jego oceny - Ocena bezpieczeństwa systemu).
- h. Draft IEC 61069-8 (prEN61069-8) - Industrial-process measurement and control - Evaluation of system properties for the purpose of system assessment - Part 8: Assessment of system support [65A/218A CD] (Pomiary i sterowanie procesami przemysłowymi - Wyznaczanie właściwości systemu w celu jego oceny - Ocena właściwości nie związanych z zadaniem).

8.1.2. IEC 61069 jest normą wprowadzającą w całość zagadnienia omawianego w dalszych arkuszach normy. Precyzuje ona podstawowe pojęcia m.in.:

- ocena systemu jest uzyskaniem osądu, bazującego na dowodach, że system jest zdolny do realizacji przypisanej mu misji lub klasy misji;
- misja (mission) systemu to całościowe działanie przypisane systemowi do osiągnięcia określonych wyników, w określonym czasie, pod określonymi warunkami; misja obejmuje pewną liczbę zadań;
- zadanie (task) to działanie kompletne logicznie będąca częścią misji systemu;
- funkcja to działanie elementarne wykonywane przez system, które połączone z innymi działaniami elementarnymi (funkcjami systemu) umożliwia systemowi realizację zadania.

W treści norma omawia:

- zasadę przyjętą do wykonywania oceny (przykładowe wymagane właściwości systemu);
- cele wykonywania oceny: ocena określonych właściwości ze względu na określone zastosowanie, porównanie kilku systemów ze względu na określone zastosowanie, ocena określonego systemu z punktu widzenia używania go w różnych zastosowaniach;
- model systemu przyjęty w procesie oceny;
- właściwości, jakie będą oceniane: funkcjonalność, osiągi, pewność, operatywność, bezpieczeństwo i funkcje nie związane z zadaniami;
- warunki wpływające na działanie systemu;
- procedurę przeprowadzenia oceny;
- zawartość sprawozdania z oceny i formalne wymagania do niego.

8.1.3. IEC 1069-2 omawia:

- scenariusz oceny systemu, dzieląc postępowanie na analizę zastosowania, analizę samego systemu i analizę sposobu przeprowadzenia oceny;
- scenariusz wyznaczania właściwości, wyodrębniając działania związane z systemem i działania dotyczące samego wyznaczania właściwości;
- sformułowanie misji systemu i jej analizę, w tym podział na zadania i funkcje;
- określenie warunków wpływających na system;
- specyfikację implementacji systemu;
- procedurę przeprowadzenia oceny.

8.1.4. IEC 61069-3 omawia:

- pojęcia składowe funkcjonalności: pokrycie przez system zakresu potrzeb, konfigurowalność systemu i jego elastyczność;
- zakres pojęcia pokrycia potrzeb przez system;
- zakres pojęcia konfigurowalności i metody konfigurowania, dzieląc je na sprzętowe i programowe;

- zakres pojęcia elastyczności, wyodrębniając: możliwość zmiany rozmiaru systemu przez dodanie lub usunięcie pewnych jego modułów, możliwość zmiany zakresu poszczególnych zadań realizowanych przez system, możliwość rozszerzenia określonych właściwości systemu (np. pojemności pamięci);
- przeprowadzenie przeglądu dokumentów formułujących wymagania do systemu i specyfikacji systemu;
- procedurę oceny;
- techniki przeprowadzania wyznaczania właściwości;
- listę kontrolną do oceny dokumentów formułujących wymagania.

8.1.5. IEC 61069 omawia:

- pojęcia składowe osiągow: dokładność, czas odpowiedzi, zdolność (capacity);
- zakres pojęcia dokładności obejmujący: zgodność, histerezę, strefę martwą, błąd powtarzalności; błąd odtwarzalności, rozdzielczość;
- składowe czasu odpowiedzi: zebranie informacji, przetworzenie informacji, działanie wykonawcze;
- wyjaśnienie i atrybuty pojęcia zdolności;
- przeprowadzenie przeglądu dokumentów formułujących wymagania do systemu i specyfikacji systemu;
- procedurę oceny;
- techniki przeprowadzania wyznaczania właściwości;
- listę kontrolną do oceny dokumentów formułujących wymagania.

8.1.6. IEC 1069-5 omawia:

- składowe pojęcia pewności systemu, odniesionej do jego misji: dostępność i wiarygodność;
- składowe pojęcia dostępności: niezawodność i zdolność do utrzymania w ruchu, oraz zależności do predykcji dostępności i jej oceny w pracy systemu;
- wyjaśnienie i atrybuty pojęć: niezawodność, zdolność do utrzymania w ruchu;
- składowe pojęcia wiarygodność: bezpieczeństwo i nienaruszalność oraz wyjaśnienia tych pojęć;
- przeprowadzenie przeglądu dokumentów formułujących wymagania do systemu i specyfikacji systemu;
- procedurę oceny;
- techniki przeprowadzania wyznaczania właściwości;
- listę kontrolną do oceny dokumentów formułujących wymagania.

8.1.7. IEC 1069-6 omawia:

- składowe pojęcia obsługiwalności systemu: sprawność (wydajność), intuicyjność, przezroczystość, odporność;

- wyjaśnienie i atrybuty pojęcia sprawności (wydajności) jako cechy minimalizującej wysiłek operatora;
- wyjaśnienie i atrybuty pojęcia intuicyjności jako cechy dającej operatorowi natychmiastową orientację o stanie systemu;
- wyjaśnienie i atrybuty pojęcia przezroczystości jako cechy bezpośredniego powiązania informacji dostarczanych operatorowi z zadaniami systemu;
- wyjaśnienie i atrybuty pojęcia odporności jako cechy prawidłowego interpretowania poleceń operatora i odpowiadania na nie;
- przeprowadzenie przeglądu dokumentów formułujących wymagania do systemu i specyfikacji systemu;
- procedurę oceny;
- techniki przeprowadzania wyznaczania właściwości;
- listę powiązania czynności z fazami cyklu trwania systemu;
- przewodnik do oceny obsługiwalności systemu.

8.1.8. IEC 61069-7 omawia:

- definicję i atrybuty pojęcia bezpieczeństwa systemu jako cechy wskazującej w jakich warunkach system sam nie stwarza zagrożeń;
- źródła i rodzaje zagrożeń jakie może stwarzać system: mechaniczne, elektryczne, optyczne, radiowe, biologiczne, chemiczne;
- potencjalnych odbiorców zagrożeń: człowiek, przyroda ożywiona, urządzenia;
- drogi propagacji zagrożeń;
- środki ograniczenia zagrożeń;
- przeprowadzenie przeglądu dokumentów formułujących wymagania do systemu i specyfikacji systemu;
- procedurę oceny;
- techniki przeprowadzania wyznaczania właściwości;

8.1.9. IEC 61069-8 omawia:

- zagadnienie zapewnienia jakości realizacji systemu m.in. przez spełnienie wymagań norm ISO 9000 oraz norm dotyczących wykonywania oprogramowania: ISO) IEC 12207 i ISO/IEC 9126 9 (patrz rozdział 4.);
- zagadnienia utrzymania (support) systemu w czasie całego cyklu jego trwania, przy czym w odniesieniu do każdej fazy tego cyklu powinien być określony zakres usług: technicznych, serwisowych, dokumentacyjnych, szkoleniowych;
- zakres i atrybuty wyżej wymienionych usług
- zgodność z normami, umożliwiającą współpracę systemu z innymi systemami,
- cechy fizyczne systemu;

- przeprowadzenie przeglądu dokumentów formułujących wymagania do systemu i specyfikacji systemu;
- procedurę oceny;
- techniki przeprowadzania wyznaczania właściwości;
- zagadnienia dotyczące zakresu szkolenia;
- zestawienie wskaźników do oceny zapewnienia jakości;
- macierz kontrolną do oceny zgodności.

8.2. Normy dotyczące normalizacji i identyfikacji wymagań

8.2.1. Wykaz norm

- a. ISO/TR 10314-1: 1990 Industrial automation - Shop floor production - Part 1: Reference model for standardisation and methodology for identification of requirements. (Wydział produkcyjny - Model odniesienia do celów normalizacyjnych i metodologii identyfikacji wymagań).
- b. ISO/TR 10314-2: 1991 Industrial automation - Shop floor production - Part 2: Application of the reference model for standardisation and methodology (Wydział produkcyjny - Zastosowanie modelu odniesienia do celów normalizacyjnych i metodologii identyfikacji wymagań).

Szczegółowe przedstawienie zawartości tych norm podano w [11].

9. NORMY DOTYCZĄCE PREZENTACJI PRODUKTU

9.1. Wprowadzenie

Rozwój komputerowych metod projektowania wymaga opracowania kanonów komputerowej reprezentacji produktu, tak by mogły one pełnić rolę dotychczas stosowanych zasad np. rysunku technicznego maszynowego. Jest to konieczne do uzyskania międzynarodowego zrozumienia, a tym samym ułatwienia międzynarodowej wymiany technicznej i handlowej.

Prace te są prowadzone w Komitecie 184 ISO, Podkomitecie SC4: Industrial Data and Global Manufacturing Programming Languages, ich rezultatem jest norma ISO 10303, której kolejne arkusze ukazują się sukcesywnie. Norma ta opisuje język programowania STEP; znane autorowi dokumenty wyliczono poniżej, a język STEP został zaprezentowany w tomie 2.

9.2. ISO 10303: Industrial automation systems. Product data representation and exchange.

- a. ISO DIS 10303-1:1995 - Part 1: Overview and fundamental principles.
- b. ISO DIS 10303-11:1004 - Part 11: Description methods. The EXPRESS language reference manual.
- c. ISO DIS 10303-21:1995 - Part 21: Implementation methods. Clear test encoding of the exchange structure.
- d. ISO DIS 10303-31:1994 - Part 31: Conformance testing methodology and framework. General concept.
- e. ISO DIS 10303-41:1995 - Part 41: Integrated generic resources. Fundamentals of product description and support.
- f. ISO DIS 10303-42:1995 - Part 42: Integrated generic resources. Geometric and topological representation.
- g. ISO DIS 10303-43:1995 - Part 43: Integrated generic resources. Representation structure.
- h. ISO DIS 10303-44:1995 - Part 44: Integrated generic resources. Product structure configuration.
- i. ISO DIS 10303-46:1995 - Part 46: Integrated generic resources. Visual presentation.
- j. ISO DIS 10303-101:1995 - Part 101: Integrated generic resources. Draughting.
- k. ISO DIS 10303-104:1995 - Part 104: Integral generic resources. Finite elements analysis.
- l. ISO DIS 10303-201:1995 - Part 201: Application protocol. Explicit draughting.
- m. ISO DIS 10303-202:1995 - Part 202: Application protocol. Associative draughting.
- n. ISO DIS 10303-203:1994 - Part 203: Application protocol. Configuration controlled design.
- o. ISO CD 10303-210:199x - Part 210: Printed circuit assembly product design.
- p. ISO CD 10303-212:199x - Part 212: Electrotechnical plant.
- r. ISO CD 10303-214:199x - Part 214: Core data for automotive mechanical design processes.

10. DYREKTYWY UNII EUROPEJSKIEJ

10.1. Wprowadzenie

Aktami prawnymi Unii Europejskiej są:

- przepisy, które mają ogólne zastosowanie we wszystkich państwach członkowskich i nie muszą być zatwierdzane przez parlamenty krajowe, aby uzyskać moc obowiązującą; w przypadku sprzeczności między przepisami a prawodawstwem krajowym, obowiązują przepisy;
- dyrektywy, które wprowadzają obowiązują wszystkie kraje członkowskie, jednakże kraje są zobowiązane do wprowadzenia ich do własnego prawodawstwa tak, aby osiągnąć założone cele;
- rozporządzenia, są podobne do przepisów, lecz mogą dotyczyć nie wszystkich państw UE lecz tylko niektórych, lub nawet przedsiębiorstw lub osób; przepisy dotyczące zobowiązań finansowych są egzekwowane w sądach krajowych;
- rezolucje, będące deklaracjami zamiaru i stanowiącymi porozumienie państw członkowskich dotyczące postępowania w określonych sprawach; rezolucje mogą zostać, po pewnym czasie, przekształcone w przepisy lub dyrektywy;
- zalecenia i opinie, kierowane do osób lub grup (zwykle dotyczą jednego lub kilku państw członkowskich), a nie do instytucji; nie mają one mocy obowiązującej i wyrażają jedynie organów UE.

Szczególne znaczenie mają obowiązki, jakie UE nakłada na firmy w celu zapewnienia bezpieczeństwa i ochrony konsumenta. Aby uniknąć barier w handlu, jakie mogłyby powstać przez nieskoordynowaną legislację krajową, zgodnie z przyjętym Nowym Podejściem do Harmonizacji Technicznej i Norm są wydawane Dyrektywy Rady (tzw. dyrektywy nowego i globalnego podejścia) określające wspólne „podstawowe wymagania” na wyroby. Dyrektywy określają również procedury atestacji dotyczące zgodności wyrobów; procedury te muszą zostać zachowane, aby wyrób mógł być sprzedawany w krajach Unii Europejskiej.

Procedury różnią się w zależności od wyrobu i dyrektywy. W pewnych przypadkach, gdy istnieje szczególne ryzyko, wymagana jest ocena przez niezależną jednostkę i ocena zgodności jest obowiązkowa. W pewnych przypadkach niezależna ocena będzie wymagana tylko w odniesieniu do wyrobów, które nie są produkowane zgodnie ze szarmonizowanymi normami europejskimi. Wyroby spełniające wymagania dyrektyw mają być oznakowane znakiem CE, o ustalonym wzorze, który oznacza, że mogą one być sprzedawane w całej wspólnocie.

Generalną zasadą jest, że zgodność z wymaganiami dyrektywy osiąga się przez spełnienie wymagań podanych w normach szarmonizowanych z daną dyrektywą.

Jeżeli dyrektywa wymaga, aby wyroby lub systemy były poddane niezależnemu badaniu, certyfikacji lub kontroli, musi to być zrobione przez jednostki zatwierdzone do potrzeb danej dyrektywy, zwane jednostkami notyfikowanymi.

10.2. Dyrektywa Rady 90/683/EEC.

z 13 grudnia 1990 r. w sprawie modułów dla różnych faz procedur oceny zgodności przeznaczonych do stosowania w dyrektywach harmonizacji technicznej -

Dyrektywa ustala m.in.:

- osiem modułów oceny zgodności, z pośród których mają być wybierane procedury oceny zgodności;
- zasady umieszczania znaków atestu CE przewidzianych w przepisach legislacyjnych Wspólnoty dotyczących projektowania, produkcji, umieszczania na rynku, wprowadzania do eksploatacji lub użytkowania wyrobów przemysłowych;
- wytyczne w sprawie stosowania procedur oceny zgodności;

10.3. Dyrektywa Rady 89/336/EEC,

z 3 maja 1989 r. w sprawie ujednolicenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej,

ze zmianami:

*** z 1992 r. - Dyrektywa 92/31/EEC;**

*** z 1993 r - Dyrektywa 93/68/EEC.**

Dyrektywa ustala m.in.:

- wymagania ochronne dotyczące urządzeń, które mogą powodować zakłócenia elektromagnetyczne lub na których działanie mogą mieć wpływ takie zakłócenia;
- procedury oceny zgodności;
- urządzenia powinny być tak zbudowane, żeby wytwarzane przez nie zakłócenia nie przekraczały poziomu pozwalającego urządzeniom radiowym i telekomunikacyjnym oraz innym na pracę zgodną z ich przeznaczeniem oraz by miały poziom odporności na zakłócenia elektromagnetyczne wystarczający do umożliwienia im pracy zgodnej z przeznaczeniem,
- uznanie zgodności z wymaganiami ochronnymi ma miejsce wtedy, gdy urządzenia są zgodne z normami krajowymi scharmonizowanymi z odpowiednimi normami europejskimi(EN);

10.4. Dyrektywa Rady 89/392/EEC,

z 14 czerwca 1989 r. w sprawie ujednolicenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących maszyn,

ze zmianami:

*** z 1991 r. - Dyrektywa 91/368/EEC;**

*** z 1993 r. - Dyrektywa 93/68/EEC.**

Dyrektywa ustala m.in.:

- zakres stosowania, wprowadzanie na rynek i zasady swobodnego obrotu.
- procedury oceny zgodności;

- podstawowe wymagania bezpieczeństwa i ochrony zdrowia dotyczące projektowania i budowy maszyn i urządzeń ochronnych samodzielnych;
- treść deklaracji zgodności;
- rodzaje maszyn i urządzeń ochronnych samodzielnych wymagających certyfikacji przez stronę trzecią

10.5. Dyrektywa Rady 73/23/EEC,

z 19 lutego 1973 r. w sprawie harmonizacji przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących urządzeń elektrycznych zaprojektowanych do stosowania w określonych przedziałach napięć,

ze zmianami z 1993 r. - Dyrektywa 93/68/EEC.

Dyrektywa ustala m.in.:

- urządzenia elektryczne wprowadzane na rynek powinny być skonstruowane zgodnie z poprawnymi inżynierskimi zasadami bezpieczeństwa obowiązującymi we Wspólnocie i nie zagrażać bezpieczeństwu osób, zwierząt domowych lub mieniu;
- urządzenia są uznawane za spełniające wymagania dyrektywy, gdy spełniają wymagania norm scharmonizowanych z nią;
- procedurę oceny zgodności.

10.6. Dyrektywa Rady 85/374/EEC

z 25 lipca 1985 r. o przybliżaniu ustaw, przepisów oraz postanowień administracyjnych państw członkowskich, dotyczących odpowiedzialności za wadliwe wyroby.

podstawowe założenia:

* odpowiedzialność bez winy ze strony producenta jest jedynym sposobem adekwatnego rozwiązania problemu, specyficznego w naszym wieku wzrastającego nasycenia środkami technicznymi, tj. prawidłowego rozdziału ryzyka zawartego w produkcji nowoczesnej technicznie:

* OCHRONA KONSUMENTA WYMAGA aby odpowiedzialni byli wszyscy producenci biorący udział w procesie wytwarzania, w takim zakresie w jakim ich wyrób końcowy, elementy składowe lub surowce dostarczane były wadliwe.

najpoważniejsza sankcja:

W przypadku śmierci lub osobistych obrażeń spowodowanych przez te same wyroby mające te same wady, państwo członkowskie może ustalić granicę kwoty odszkodowań na poziomie nie niższym niż 70 mln. ECU

4. WYKAZ DOKUMENTACJI POWSTAŁEJ W TOKU REALIZACJI PROJEKTU

4.1. Wykaz podręczników

1. Projekt badawczy zamawiany PBZ-31-05 "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania" - omówienie rezultatów, przegląd podręczników
2. Struktura i elementy funkcjonalne systemów zautomatyzowanego wytwarzania, część I - w zakresie technologii mechanicznych
3. Struktura i elementy funkcjonalne systemów zautomatyzowanego wytwarzania, część II - w zakresie innych technologii
4. Sieci komunikacyjne w zastosowaniach przemysłowych - zagadnienia systemowe
5. Stan normalizacji sieci integrujących automatyzację wytwarzania
6. Przemysłowe sieci lokalne
7. Sieć PROFIBUS
8. Sieć miejscowa InterBus-S
9. Sieć miejscowa LonWorks
10. Katalog wyników Projektu Badawczego Zamawianego PBZ-31-05

4.2. Wykaz raportów i sprawozdań

- **Raporty Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów z ukończenia zadań**

11. Raport z realizacji zadania 1. Sprawozdanie nr arch. 7248, Warszawa 1995
12. Raport z realizacji zadania 2. Sprawozdanie nr arch. 7303, Warszawa 1996
13. Raport z realizacji zadania 3. Sprawozdanie nr arch. 7343, Warszawa 1996
14. Raport z realizacji zadania 4. Sprawozdanie nr arch. 7396, Warszawa 1996
15. Raport z realizacji zadania 5. Sprawozdanie nr arch. 7443, Warszawa 1997
16. Raport z realizacji zadania 6. Sprawozdanie nr arch. 7473, Warszawa 1997

- **Raporty Instytutu Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej z ukończenia zadań**

18. Raport z realizacji zadania 1. Serii: SPRAWOZDANIA nr 53/95, Wrocław 1995
19. Raport z realizacji zadania 2. Serii: SPRAWOZDANIA nr 14/96, Wrocław 1996
20. Raport z realizacji zadania 3. Serii: SPRAWOZDANIA nr 19/96, Wrocław 1996
21. Raport z realizacji zadania 4. Serii: SPRAWOZDANIA nr 1'97, Wrocław 1997
22. Raport z realizacji zadania 5. Serii: SPRAWOZDANIA nr 13 97, Wrocław 1997
23. Raport z realizacji zadania 6. Serii: SPRAWOZDANIA nr 14 97, Wrocław 1997

• **Raporty Instytutu Automatyki i Informatyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej**

25. Sacha K., Sikorski T., Toczyłowski E.: Opracowanie założeń budowy modelu instalacji CIM integrującej różnorodne platformy sprzętowo-programowe przy wykorzystaniu sieci LAN i przemysłowych sieci miejscowych; IAIIS PW, raport nr 95-18, Warszawa 1995
26. Sacha K.: Projekt bramy Profibus - TCP/IP; IAIIS, raport nr 96-04, Warszawa 1996
27. Toczyłowski E. i inn.: Projekt modelu instalacji CIM realizującej funkcje sterowania operatywnego i harmonogramowania produkcji w modelowanym gnieździe produkcyjnym; IAIIS PW, raport nr 96-7, Warszawa 1996
28. Sacha K.: Implementacja bramy Profibus - TCP/IP; IAIIS PW, raport nr 96-19, Warszawa 1996
29. Toczyłowski E. i inn.: Implementacja modelu instalacji CIM realizującej funkcje sterowania operatywnego dla modelowanego gniazda produkcyjnego; IAIIS PW, raport nr 96-20, Warszawa 1996
30. Toczyłowski E. i inn.: Integracja i badanie modelu instalacji CIM; IAIIS PW, raport nr 96-35, Warszawa 1996
31. Sacha K.: Dokumentacja bramy Profibus - TCP/IP; IAIIS, raport nr 97-01, Warszawa 1997
32. Toczyłowski E. i inn.: Dokumentacja laboratoryjnego modelu instalacji CIM; IAIIS, raport nr 97-02, Warszawa 1997

• **Raporty Wydziałowego Zakładu Informatyki na Wydziale Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej :**

33. Fryźlewicz Z., Kosmulska-Bochenek E., Stanisław A.: Sieci nadrzędne w zintegrowanych systemach wytwarzania (CIM). Architektura sieciowa; Wydziałowy Zakład Informatyki PWro. Raport serii SPR nr 10/95. Wrocław 1995
34. Bieleninik E., Janczewski K., Kosmulska-Bochenek E., Stanisław A.: Opracowanie definicji i implementacji interfejsów programowych do usług FTAM i MMS dla wybranych platform sprzętowo-programowych; Wydziałowy Zakład Informatyki PWro. Raport serii SPR nr 6/96
35. Kosmulska-Bochenek E.: Sieci MAP/TOP. Architektura i zastosowania; Wydziałowy Zakład Informatyki PWro. Raport serii SPR nr 11/96. Wrocław 1996
36. Bieleninik E., Janczewski K., Kosmulska-Bochenek E., Stanisław A.: Opracowanie wzorcowych rozwiązań architektury sieci nadrzędnych w systemach CIM, (wyd.2 rozszerzone); Wydziałowy Zakład Informatyki PWro. Raport serii SPR nr 2/97. Wrocław 1997
37. Bieleninik E., Kosmulska-Bochenek E.: Tworzenie aplikacji MMS na przykładzie pakietu oprogramowania MMS-EASE; Wydziałowy Zakład Informatyki PWro. Raport serii SPR nr 18/97. Wrocław 1997

- **Raporty Instytutu Informatyki Teoretycznej i Stosowanej Polskiej Akademii Nauk w Gliwicach:**

38. Krupiczka A. i inn.: Sieciowe oprogramowanie komunikacyjne realizujące MMS i FTAM zgodnie z siedmiowarstwowym modelem ISO/OSI. Etap 1: Opracowanie koncepcji wymiany informacji w heterogenicznym środowisku sieciowym przedsiębiorstwa przemysłowego; IITiS PAN Gliwice 1996
39. Kowalczyk G. i inn.: Sieciowe oprogramowanie komunikacyjne realizujące MMS i FTAM zgodnie z siedmiowarstwowym modelem ISO/OSI. Etap 4: Implementacja i badanie modułów interfejsowych w heterogenicznym środowisku sieciowym CIM; IITiS PAN Gliwice 1996
40. Małysiak H., Caban D., Zieliński B.: Bezprzewodowe media komunikacyjne. Etap 2: Zasady stosowania transmisji bezprzewodowej w systemach CIM; IITiS PAN Gliwice 1996
41. Małysiak H., Caban D., Zieliński B.: Bezprzewodowe media komunikacyjne. Etap 5: Realizacja i badanie współpracy segmentów przewodowych i bezprzewodowych sieci CIM; IITiS PAN Gliwice 1996

- **Przedmiotowe raporty PIAP:**

42. Godzisz Cz. i inn.: Zastosowanie sieci LonWorks do komputerowo zintegrowanego wytwarzania. Badania odporności na zakłócenia elektromagnetyczne trzech wydzielonych kanałów sieci LonWorks; Raport PIAP LAB Nr 007/97
43. Goszczyński T.: Analiza i dobór składników sieci LonWorks w systemie komunikacyjnym przedsiębiorstwa; Sprawozdanie PIAP nr arch. 7257. Warszawa 1995
44. Goszczyński T., Jaszek M.: Założenia dla badawczej instalacji sieci LonWorks; Sprawozdanie PIAP nr arch. 7294. Warszawa 1996
45. Goszczyński T., Kramarz A.: Projekt dla badawczej instalacji sieci LonWorks; Sprawozdanie PIAP nr arch. 7312. Warszawa 1996
46. Goszczyński T.: Zastosowanie sieci LonWorks do komputerowo zintegrowanego wytwarzania. etap 4. Zestawienie i uruchomienie badawczej instalacji sieci LonWorks; Sprawozdanie PIAP nr arch. 7352. Warszawa 1996
47. Goszczyński T.: Zastosowanie sieci LonWorks do komputerowo zintegrowanego wytwarzania. etap 5. Badania instalacji sieci LonWorks w warunkach symulowanego środowiska przemysłowego, w tym badania współpracy z sieciami wyższego rzędu; Sprawozdanie PIAP nr arch. 7413. Warszawa 1997
48. Petz M., Pilat Z.: Zrobotyzowane gniazdo pracujące w instalacji sieciowej CIM. Etap 1: Projekt zrobotyzowanego gniazda; Sprawozdanie PIAP nr arch. 7277. Warszawa 1995
49. Pietrusiński Z., Zychowicz M.: Opracowanie i wykonanie wzorcowego stanowiska operatorskiego nadzorującego symulowany system automatycznej regulacji i sterowania. Etap 1: Opracowanie założeń oraz projektu stacji operatorskiej i zestawu badawczego; Sprawozdanie PIAP nr arch. 7293. Warszawa 1996

50. Pietrusiński Z., Zychowicz M.: Opracowanie i wykonanie wzorcowego stanowiska operatorskiego nadzorującego symulowany system automatycznej regulacji i sterowania. Etap 4: Badania funkcjonalne stacji i instalacji badawczej, weryfikacja oprogramowania, w tym badania współpracy z sieciami wyższego rzędu; Sprawozdanie PIAP nr arch. 7357. Warszawa 1996
51. Pietrusiński Z., Zychowicz M.: Opracowanie i wykonanie wzorcowego stanowiska operatorskiego nadzorującego symulowany system automatycznej regulacji i sterowania. Etap 5: Weryfikacja wyników badań, opracowanie zaleceń technicznych i podręcznika dla stacji operatorskiej; Sprawozdanie PIAP nr arch. 7463. Warszawa 1997
52. Syryczyński A. i inn.: Zestawienie i uruchomienie warstwy sieciowej w LSS. Sprawozdanie PIAP nr arch. 7354. Warszawa 1996
53. Więcko R., Zasucha A.: Adaptacja laserowego systemu pomiaru grubości do współpracy z siecią PROFIBUS. Etap 1. Opracowanie projektu i adaptacja laserowego systemu pomiaru grubości; Sprawozdanie PIAP nr arch. 7275. Warszawa 1995