

# Bezpieczeństwo pracy na stanowisku zrobotyzowanym

mgr inż. Wojciech Klimasara  
mgr inż. Kazimierz Majdan  
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów,  
Warszawa

Zaprezentowano specyficzne problemy bezpieczeństwa pracy robotów jako elementów wyposażenia przemysłowych stanowisk technologicznych, w odniesieniu do badań i certyfikacji zgodności z normami europejskimi.

Przedmiotem zainteresowania producentów robotów przemysłowych jest bezpieczeństwo funkcjonalne – jako cecha jakościowa robota, istotna z punktu widzenia ochrony człowieka od zagrożeń na zrobotyzowanym stanowisku pracy. Problemy bezpieczeństwa użytkownika są rozpatrywane także przez instalatorów i użytkowników zrobotyzowanych systemów zintegrowanej produkcji, laboratoria badawcze, organizacje normalizacyjne i jednostki certyfikacyjne.

Bezpieczeństwo maszyn i urządzeń (systemów) technologicznych to nie tylko zapewnienie ochrony człowieka przed możliwymi zagrożeniami, które mogą powstać podczas wykonywania operacji roboczych w procesie technologicznym, ale także wzajemne bezpieczeństwo urządzeń współpracujących, w rzeczywistych warunkach środowiska przemysłowego. Zwykle odizolowanie robota od otaczającego go środowiska pracy człowieka przez budowę odpowiednich stref ochronnych okazuje się niewystarczające, a często także skomplikowane technicznie. Bardziej skuteczne jest ergonomiczne projektowanie układów funkcjonalnych sterowania i manipulacji, przewidywanie zagrożeń podczas programowania cykli roboczych oraz odpowiednie szkolenie użytkowników w zakresie obsługi i konserwacji robota. Roboty przemysłowe wyeliminowały wiele tradycyjnych przyczyn urazów, lecz wprowadziły nowe zagrożenia, wywołane ich szybkimi i nieprzewidywalnymi ruchami. Operator stanowiska zrobotyzowanego często staje przed nieoczekiwanymi sytuacjami, mając ograniczony czas na podjęcie decyzji. Odmienne wymagania bezpieczeństwa dotyczą fazy programowania robota, w porównaniu do jego pracy automatycznej lub do wykonywania czynności regulacyjnych i naprawczych. Charakterystyki bezpieczeństwa są też istotnie zależne od zamierzonego przeznaczenia i współdziałania robota z innymi urządzeniami. Istotą działań prowadzących do zapewnienia warunków bezpiecznej pracy jest identyfikacja potencjalnych zagrożeń, na podstawie wiedzy o zaistniałych wypadkach i przyczynach ich wystąpienia oraz w wyniku sprawdzenia zgodności z podstawowymi wymaganiami normatywnymi. Zapewnienie bezpieczeństwa użytkownika robota na stanowisku zrobotyzowanym dekomponuje się na dwa zasadnicze kierunki działania:

- nadanie robotowi właściwości funkcjonalnych i wskaźników niezawodnościowych zapewniających eliminację potencjalnych zagrożeń i ergonomiczną obsługę procesu technologicznego (bezpieczeństwo funkcjonalne [1]),
- wyposażenie stanowiska, linii lub systemu technologicznego w dodatkowe środki techniczne (sprzęt, oprogramowanie, rozmieszczenie), jako ochrony zewnętrznej, przeznaczonej do reagowania w specjalnych sytuacjach zagrożeń.

Ten podział stanowi zarazem kryterium określenia zakresu odpowiedzialności producenta robota oraz projektanta i instalatora systemu oraz różnicuje przedmiot certyfikacji bezpieczeństwa zrobotyzowanych stanowisk przemysłowych.

## Środki techniczne bezpieczeństwa

Środki techniczne zapewniające bezpieczeństwo na stanowiskach zrobotyzowanych można umownie podzielić na cztery grupy:

- 1) Układy eliminujące szkodliwy wpływ technologii na robota i na osoby obsługujące proces technologiczny. Są to: osłony, bariery, ekrany, filtry zasilania, urządzenia sygnalizacyjne i ostrzegawcze (mechaniczne, dźwiękowe i świetlne), o charakterze instalacji stałej lub załączane przez układ sterowania robota.
- 2) Urządzenia służące do informowania robota o stanie środowiska jego pracy, które są częściowo zintegrowane sprzętowo i programowo z układem sterowania robota. Zalicza się do nich czujniki w bramkach wejściowych, w układach zasilania i w urządzeniach współpracujących z robotem. Zastosowanie ich wymaga wyposażenia układu sterowania w odpowiednie wejścia dwustanowe i analogowe, zaś wykorzystanie otrzymywanych danych z tych czujników wymaga wyposażenia układu sterowania w odpowiednie procedury obsługi.
- 3) Quasi-autonomiczne układy diagnostyczne, które kontrolują poprawność parametrów lub czynników procesu technologicznego, z wykrywaniem obecności człowieka w bezpośredniej bliskości ramienia robota. Część funkcji kontrolnych w tych układach realizuje się poza układem sterowania.
- 4) Niezależne systemy diagnostyczne, najczęściej realizowane przez sterowniki programowalne, które są ważnym środkiem zwiększenia bezpieczeństwa pracy robotów ponieważ:
  - awarie robota nie wpływają na ich pracę,
  - możliwe jest stosowanie torów czujników, niezależnych od robota,
  - możliwe jest użycie dowolnych technologii, najkorzystniejszych do spełnienia zadania,
  - możliwe jest elastyczne modyfikowanie algorytmów ich pracy, bez konieczności równoczesnego dostosowania programu pracy robota.

## Badania i certyfikacja bezpieczeństwa

### Wymagania normatywne

Zasady opracowywania norm wyrobu (przedmiotowych), dotyczących bezpieczeństwa maszyn, podane są w pro-



jękie normy informacyjnej EN 414:1991 [2], która zawiera: podstawowe nazwy i określenia, zasady przygotowania projektów norm z dziedziny bezpieczeństwa maszyn, wykaz zagrożeń wg EN 292-1, strukturę norm w zakresie bezpieczeństwa maszyn. Normy te dzielą się na typy: A, B, C. Typ A obejmuje pojęcia podstawowe, zasady projektowania i konstruowania oraz ogólne zagadnienia bezpieczeństwa wszelkich maszyn. Typ B obejmuje określone aspekty problemowe i tematyczne bezpieczeństwa lub rodzaj urządzeń zabezpieczających, tj.:

- B1 – szczególne aspekty bezpieczeństwa, np. odległości, temperatury, hałas itp.
- B2 – urządzenia ochronne, np. osłony, blokady, czujki, kurtyny, maty czułe na nacisk itp.,

Typ C dotyczy grupy maszyn, np. robotów. Podstawowym źródłem danych do stosowania przy opracowywaniu konkretnych metod i procedur weryfikacji bezpieczeństwa zrobotyzowanych stanowisk technologicznych jest EN 292-1:1991 [3], która należy do grupy A i zawiera:

- zbiór podstawowych określeń i definicji użytecznych przy projektowaniu i konstruowaniu bezpiecznych stanowisk pracy,
- opis zagrożeń spowodowanych pracą maszyn,
- strategię wyboru środków ochronnych,
- podstawowe metody oceny ryzyka.

Podstawowe pojęcia dotyczące bezpieczeństwa maszyn oraz ogólne zasady projektowania i konstruowania zawiera EN 292-2:1991 [4]. W szczególności są tam podane informacje na temat: zasad eliminowania i ograniczenia zagrożeń, wymagań i zasad doboru urządzeń ochronnych, wymaganej zawartości instrukcji eksploatacyjnej (DTR) i dokumentacji towarzyszącej, dodatkowych środków ochronnych zwiększających bezpieczeństwo. Norma ta jest uzupełniana o załącznik 1 do Dyrektywy 89/392/EEC wraz z późniejszymi zmianami, zamieszczonymi w Dyrektywie 91/368/EEC. W zadaniach badawczych związanych z bezpieczeństwem pracy robota szczególnie użyteczne są informacje podane w EN 775 (idt. ISO 10218) [5], należącej do grupy C. Podano tam wytyczne w zakresie identyfikacji zagrożeń, analizy bezpieczeństwa i szacowania ryzyka podczas pracy robota przemysłowego. Sformułowane są tam ponadto wymagania ogólne i szczegółowe dotyczące uwzględniania bezpieczeństwa i ergonomii w fazach projektowania, wytwarzania elementów składowych robota i ich montażu oraz sposobów instalowania robota. Norma ta zawiera także zalecenia dotyczące środków ochronnych, zasad instalowania, uruchamiania i testowania funkcji robota, zawartości dokumentacji oraz szkolenia personelu obsługi. W badaniach i certyfikacji bezpieczeństwa użyteczne są projekty norm grupy B, m.in.:

- EN 294: Safety of machinery. Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs.
- pr EN 953:1992. Bezpieczeństwo maszyn. Ogólne wymagania dotyczące projektowania i budowy osłon (stałych i ruchomych).
- pr EN 614-1: Bezpieczeństwo maszyn. Zasady ergonomicznego projektowania.  
Część 1: Nazewnictwo i zasady ogólne.

- pr EN 954-1: Bezpieczeństwo maszyn. Systemy sterowania związane z bezpieczeństwem.  
Część I: Ogólne zasady projektowania.
- pr EN547-1 i 2: Bezpieczeństwo maszyn. Pomiary ciała ludzkiego.  
Część 1: Zasady określania wymiarów wymaganych dla wejść i dojsć w maszynach.  
Część 2: Zasady określania wymiarów otworów dostępu w maszynach.

### Ogólny schemat postępowania

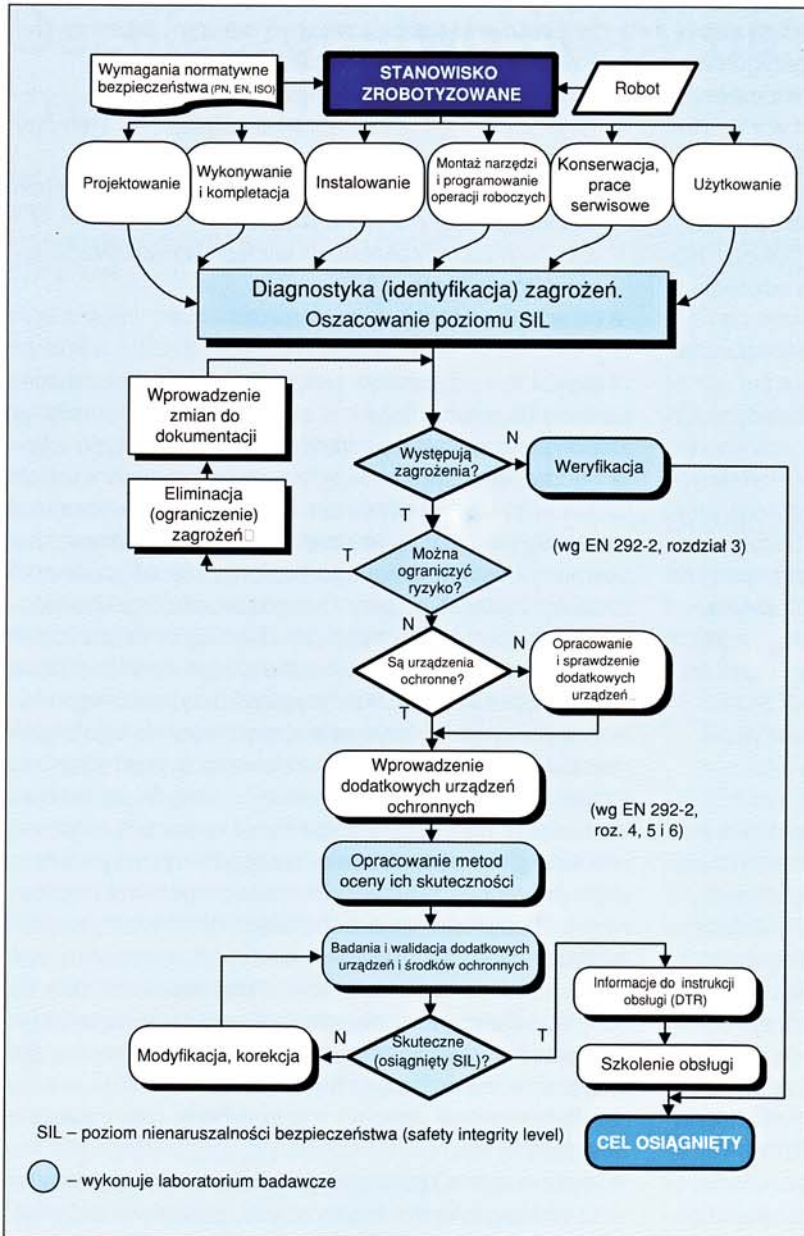
W większości przypadków weryfikacja zgodności z wymaganiami bezpieczeństwa w odniesieniu do stanowiska zrobotyzowanego jest poprzedzona badaniami typu robota i urządzeń współpracujących (o ile producent takich badań wcześniej nie wykonał). Naturalnym oczekiwaniem użytkownika robota jest również niezależna ocena zapewnienia wystarczającego poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa SIL, przy zaangażowaniu środków adekwatnych do zamierzonego celu. Na diagramie przedstawiono schemat ogólnej procedury zapewnienia (w tym badań i oceny) bezpieczeństwa zrobotyzowanego stanowiska technologicznego, w różnych fazach jego implementacji – od projektu do użytkowania, z powtarzaniem każdego cyklu analizy, weryfikacji i modyfikacji kolejno dla każdej z tych faz. Ze względu na konieczną zwartość procedury, nie podano w niej szczegółowych, specyficznych czynności, związanych z poszczególnymi rodzajami pracy lub elementami stanowiska. W konkretnym przypadku prowadzący badania powinien wykorzystywać swoją wiedzę i doświadczenie. Przedstawiona metoda obejmuje iteracyjne dochodzenie do możliwie najwyższego poziomu zapewnienia bezpieczeństwa, proponując ulepszenie zastosowanych rozwiązań.

Wykonywane zgodnie z tym schematem działania obejmują m.in.:

- sprawdzenie zgodności projektu i konstrukcji robota z wymaganiami normatywnymi, głównie w zakresie podstawowych wymagań, podanych w Dyrektywie Maszynowej,
- identyfikację zagrożeń metodami analitycznymi oraz za pomocą testów kontrolnych przeprowadzane w warunkach normalnych i granicznych, w założeniu stosowania robota w różnych aplikacjach,
- uzupełnienie i modyfikacja środków ochronnych,
- końcowe wyznaczenie wskaźników zapewnienia i nienaruszalności bezpieczeństwa.

Laboratorium badawcze potwierdza lub neguje zgodność z postawionymi wymaganiami i danymi deklarowanymi przez producenta. Służące temu celowi dane wynikają m.in. z testów kontrolnych, wykonywanych w warunkach normalnych i w próbach oddziaływania wielkości wpływających, np. temperatury, zakłóceń elektromagnetycznych, dużych obciążeń – z wyznaczaniem danych do oceny niezawodności i poziomu SIL. Punktem wyjścia jest oszacowanie zakresu badań na podstawie dokumentacji technicznej, deklaracji zgodności oraz uzyskanych atestów na części składowe systemu zrobotyzowanego. Zakres badań jest zależny od obiektu certyfikacji, od wiarygodności producenta (np. czy legitymuje się on certyfikatem zgodności systemu





Schemat procedury badań i oceny bezpieczeństwa na stanowisku zrobotyzowanym

jakości z ISO 9001/2/3/) i od załączonych wyników innych badań, których obiektem był np. kompletny robot przemysłowy lub jego części funkcjonalne (manipulator, układ sterowania). W całym cyklu weryfikacji dokonuje się konfrontacji projektu, wykonania i dokumentacji z wymaganiami podstawowymi, z oszacowaniem zagrożeń, ryzyka i poziomu SIL. Stosowane praktycznie techniki weryfikacji stanu spełnienia wymagań bezpieczeństwa to kombinacja czynności analitycznych i badań laboratoryjnych. Komplementarne czynności badawcze laboratorium, działania oceniające jednostki certyfikującej oraz prace optymalizacyjne producenta prowadzą do systematycznej eliminacji zagrożeń, zidentyfikowanych wcześniej lub ujawnionych w trakcie badań i mają cel alternatywny:

- potwierdzenie zgodności z danymi deklarowanymi przez producenta,
- poprawę cech bezpieczeństwa przez zmiany konstrukcyjne robota oraz zastosowanie dodatkowych środków ochronnych lub modyfikację istniejących.

Działania weryfikacyjne obejmują sprawdzenie zgodności z wymaganiami normy wyrobu [5] i wykonanie odpowiednich prób laboratoryjnych w symulowanych warunkach pracy stanowiska zrobotyzowanego. W konkretnym przypadku stosuje się zestaw czynności kontrolnych i badawczych, wybranych spośród następujących:

- kontrola wzrokowa (ogłędziny) konstrukcji, wykonania i działania robota,
- analiza właściwości procesu technologicznego i jego obsługi,
- kontrola zawartości instrukcji eksploatacyjnej (DTR) robota,
- sprawdzenie charakterystyk ruchu, przy użyciu specjalistycznych metod i aparatury,
- identyfikacja znaczących czynników środowiska pracy,
- testy (próby) kontrolne działania w warunkach laboratoryjnych, z symulacją ww. czynników,
- diagnostyka potencjalnych zagrożeń, z zastosowaniem metod analitycznych,
- weryfikacja deklarowanych parametrów i skuteczności zastosowanych zabezpieczeń konstrukcyjnych i zewnętrznych środków ochrony,
- testy kontrolne działania robota w rzeczywistych warunkach obiektowych.

Symulacja czynników wpływających (narażeń) w próbach laboratoryjnych dotyczy źródeł energii, obciążenia roboczego, warunków atmosferycznych środowiska pracy itp. Badania laboratoryjne mogą obejmować m.in. pomiary prędkości, dokładności i powtarzalności odwzorowania trajektorii ruchów manipulatora oraz wyznaczenie przestrzeni

robotycznej i przestrzeni zagrożenia. Z układu kinetycznego większości robotów przemysłowych wynika symetryczny kształt przestrzeni roboczej (wycinek torusa), który pozwala w większości przypadków ograniczyć pomiary do wyznaczenia współrzędnych położenia punktów granicznych. Wskazany jest bezdotykowy pomiar punktów charakterystycznych przestrzeni roboczej, a następnie przestrzeni zagrożenia. W miarę potrzeb weryfikuje się także stan spełnienia wymagań szczegółowych, dodatkowych i specjalnych, zawartych w normach związanych grupy B. Organizacja badań certyfikacyjnych wiąże się z podziałem kompetencji i odpowiedzialności za przebieg badań i wiarygodność wyników między laboratorium badawcze, a jednostką certyfikującą wyroby. W wielu zastosowaniach robotów formułuje się także wymagania określające, tzw. poziom nienaruszalności bezpieczeństwa (SIL – safety integrity level), który określa prawdopodobieństwo utraty funkcji ochronnych. Wymagania i wytyczne do oce-



ny wskaźnika SIL są podane w normie arkuszowej [6] i obszernie omówione w [1, 7]. Badania nienaruszalności bezpieczeństwa, powiązane z doбором właściwych środków ochronnych mogą mieć przebieg długotrwały.

### Metody oceny ryzyka

Metodyka analizy i oszacowania ryzyka, a w konsekwencji oceny bezpieczeństwa funkcjonalnego (własnej, przez producenta lub zewnętrznej, przez niezależną tzw. „trzecią stronę”) jest przedmiotem prac międzynarodowych komitetów normalizacyjnych. W [7] zaprezentowano m.in. podział związanych z bezpieczeństwem części systemów sterowania na 4 grupy, według zapewnianego przez nie poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa. Podana przez autora koncepcja oceny ukie-  
runkowana jest przede wszystkim na walidację programowalnych systemów sterowania, ale może być skutecznie stosowana także do kompletnych zrobotyzowanych systemów technologicznych.

Do analizy i oceny ryzyka stosowane są metody:

- FTA „drzewa błędów” (Fault Tree Analysis),
- ETA „drzewa zdarzeń” (Event Tree Analysis),
- FMEA, z zastosowaniem specjalnie przygotowanej listy problemów (pytań),

Zaprezentowana w [8] **metoda FTA** jest stosowana do szacowania niezawodności i bezpieczeństwa pracy kompletnego robota oraz jego części składowych i jest przydatna do analizy sytuacji, w których występują interakcje „człowiek-robot”. Istotą tej metody jest topologiczne odwzorowanie drzewa możliwych do prognozowania czynników, które mogą doprowadzić do występowania sytuacji niebezpiecznej. Przykłady zastosowania metody FTA do analizy właściwości robota pokazano w [6]. Wierzchołkiem takiego drzewa jest sytuacja niebezpieczna, zaś na kolejnych poziomach przedstawione są przyczyny jej występowania, poczynając od najbardziej ogólnych, a kończąc na jednoznacznie określonych przyczynach elementarnych. Analiza przebiega więc przez kolejne poziomy uszczegółowienia i zapewnia dotarcie do podstawowych przyczyn wystąpienia zdarzenia głównego. Metoda FTA wymaga jednak dokładnej znajomości analizowanego systemu zrobotyzowanego przy wyborze (subiektywnym) zdarzenia głównego, a więc istotnie zależy od doświadczenia, wiedzy i intuicji autora analizy. **Metoda ETA** stanowi alternatywę powyżej przedstawionej metody FTA i polega na analizowaniu zdarzeń, występujących jako konsekwencja przyjętego *a priori* zdarzenia początkowego. Na podstawie analizy przewidywanych zdarzeń w każdej gałęzi drzewa, ich wynik określony jako sytuacja bezpieczna lub niebezpieczna jest konsekwencją danego ciągu zdarzeń. Niektóre sytuacje nie stwarzają zagrożeń, zaś pozostałe są sytuacjami o różnym stopniu niebezpieczeństwa. Analiza ETA umożliwia opracowanie odpowiednich środków ochrony, właściwych dla danej strefy bezpieczeństwa, zaś w aspekcie badawczym może być wykorzystana do formułowania wymagań dotyczących bezpieczeństwa użytkownika konkretnego stanowiska zrobotyzowanego. Dużą zaletą tej metody jest możliwość dokonywania wielokrotnych analiz tego samego

obiektu przez modyfikację jego funkcji, co najmniej dla względnego porównania wzrostu lub obniżenia poziomu bezpieczeństwa użytkownika danego stanowiska wraz z jego rozbudową lub zmianą przeznaczenia. Przykłady wymienionych technik analitycznych i strategii postępowania przy ocenie zagrożeń i ryzyka podano w [1]. **Metoda FEMA**, z zastosowaniem zorientowanej problemowo listy pytań, wywodzi się z uogólnienia szeregu specyficznych analiz FTA i ETA. Efekty jej skutecznego stosowania znalazły wyraz w postaci ustanowionej normy [9]. Zastosowanie metody FEMA, obejmujące także formalną algorytmizację sposobu postępowania, przedstawiono m.in. w [10, 11, 12]. Analizę FMEA prowadzi się pod kątem różnych aspektów pracy stanowiska zrobotyzowanego, z powołaniem norm wyrobu (przedmiotowych), co pozwala określić te cechy konstrukcyjne i właściwości urządzeń, które wymagają głębszych analiz oraz dokonania poprawek lub ulepszeń. Pytania problemowe w przykładzie wg [11] na wstępie zmierzają do określenia podstawowych cech robota i stanowiska, które mają wpływ na kierunki dalszej analizy, a następnie prowadzą do określenia rodzajów operacji technologicznych, sposobów podawania i odbierania materiałów, dostępu pracowników, miejsc niebezpiecznych, typu struktury kinematycznej robota, źródeł zakłóceń pracy stanowiska itd. Analiza o dużej szczegółowości pozwala na iteracyjne wyznaczenie poziomu bezpieczeństwa stanowiska, a przede wszystkim identyfikuje konieczne ulepszenia w celu osiągnięcia możliwie pełnej ochrony personelu i samego stanowiska. Inny przykład listy pytań podano w [13]. Ze względu na kompleksowy charakter, pytania nie dotyczą szczegółów konstrukcyjnych, ani nie zawierają w sobie sugestii przyjęcia określonych rozwiązań. Są one właściwie przeglądem problemów, które powinny być rozwiązane i koncentrują się wokół najbardziej niebezpiecznej czynności, jaką jest programowanie robota.

### Zaufanie do bezpieczeństwa

Zaufanie użytkowników robotów przemysłowych do bezpieczeństwa pracy na stanowiskach technologicznych wynika dotychczas głównie z renomy producenta i kompletatora-instalatora. Analiza wymagań dotyczących bezpieczeństwa i ergonomii wskazuje na ścisły związek między bezpieczeństwem funkcjonalnym robota, a jego jakością i niezawodnością. Związek ten został potwierdzony obserwacjami eksploatacji stanowisk zrobotyzowanych w przemyśle. Z przytoczonych danych wynika, że najwięcej wypadków występuje podczas uruchamiania robota (stanowiska zrobotyzowanego) oraz przy pracach związanych z remontami i usuwaniem usterek. Z danych tych wynika że:

- robot bardziej niezawodny i charakteryzujący się określonymi cechami jakościowymi jest również bardziej bezpieczny w eksploatacji,
- badania bezpieczeństwa powinny obejmować weryfikację właściwości funkcjonalnych robota w warunkach zbliżonych do tych, jakie mogą wystąpić na stanowisku produkcyjnym, jednakże przy większym stopniu ryzyka zagrożeń.



Zaleca się stosowanie metod analitycznych oraz testów obiektowych w powiązaniu z badaniami laboratoryjnymi, które jednak tylko wspomagają całokształt zadań oceny bezpieczeństwa robota. Istotą zapewnienia bezpieczeństwa jest analiza potencjalnych zagrożeń i stosowanie środków ochronnych, właściwych dla danej fazy opracowania, budowy i eksploatacji stanowiska zrobotyzowanego. Aspekty bezpieczeństwa pracy na stanowiskach zrobotyzowanych są eksponowane w nielicznych krajowych ośrodkach badawczych, głównie w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy.

#### Bibliografia:

- [1] Missala. T.: Bezpieczeństwo funkcjonalne urządzeń automatyki i robotyki, PAR nr 3/1997.
- [2] EN 414:1991. Safety of machinery. Rules for drafting and presentation of safety standards.
- [3] EN 292-1:1991. Safety of machinery. Basic concepts, general principles for design. Part 1: Basic terminology, methodology.
- [4] EN 292-2:1991: Safety of machinery. Basic concepts, general principles for design. Part 2: Technical principles and specifications.
- [5] ISO 10218: Manipulating industrial robots – Safety (odp. PN-M-42087).
- [6] Duggan F et al.: Towards developing reliability and safety related standards using systematic methodologies, w Robot Technology and Applications, Springer Verlag, IFS 1985.
- [7] Dźwiarek M.: Klasyfikacja systemów sterowania w zależności od zapewnianego poziomu bezpieczeństwa według EN 954-1, PAR nr 8/1997.
- [8] Green A.E., Bourne A.J.; Reliability Technology, John Wiley & Sons, 1972.
- [9] IEC 812:1985 Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA) (Techniki analizy niezawodności systemów – Procedura analizy uszkodzeń i ich skutków FMEA).
- [10, 11 i 12] w „Robot Safety”, M.C Bonney, Y.F Young, IFS Publications Ltd., 1985.
- [13] EN 1050:1996 Safety of machinery – Principles for risk assessment (Maszyny. Bezpieczeństwo. Zasady oceny ryzyka).
- [14] IEC-204-1 (EN 60204-1:1992) Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements (Maszyny. Bezpieczeństwo. Wyposażenie elektryczne maszyn. Część 1: Wymagania ogólne).
- [15] IEC 1025:1990 Fault tree analysis (FTA) (Analiza metodą drzewa błędów FTA).
- [16] pr IEC 1508:1955 Functional safety: Safety-related systems (Bezpieczeństwo funkcjonalne: Systemy związane z bezpieczeństwem).

# Abstracts

## **Safety at the Robotized Stand**

**Wojciech Klimasara, Kazimierz Majdan** – p. 4

Specific problems of work safety of the robots as elements of equipment of industrial technological stands regarding tests and certification of conformance with European Union standards are presented.