

## Zarządzanie wiedzą...

(2001), jego główne elementy powinny być zinterpretowane w szerokim zakresie wymagań wiedzy, która jest do tego konieczna. Tabele 2 – 6 przedstawiają wymagania procesu zarządzania wiedzą w celu usprawniania systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy oraz ergonomią.

### Podsumowanie

Zapewnienie rozwoju gospodarczego w warunkach dynamicznie rozwijających się rynków światowych wymaga koordynacji ludzi, procesów, technologii i wiedzy. Zarządzanie wiedzą ma na celu stworzenie kultury i struktury organizacyjnej, które umożliwiają i premiąją rozwój wiedzy w organizacji przez jej grupowe zdobywanie i rozwiązywanie problemów. Zarządzanie wiedzą powinno zapewnić odpowiedni klimat do wymiany wiedzy, wykorzystywania pomysłów i stosowania wiedzy już istniejącej w nowy sposób.

Proces zarządzania wiedzą w dziedzinie BHPiE obejmuje najszerzej rozumiane zdobywanie, tworzenie i rozpowszechnianie wiedzy wśród jej użytkowników. W takim procesie jest konieczny transfer i przekształcanie ukrytej wiedzy w dziedzinie BHPiE – specyficznej dla danej organizacji – w wiedzę formalną. Nie tylko wiedza formalna (przepisy i regulacje), ale także wiedza ukryta w umysłach pracowników na wszystkich szczeblach firmy powinna być szeroko wykorzystywana w celu efektywnego zarządzania sferą bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii. Program BHPiE, łączący różne sposoby postrzegania zagrożeń w środowisku pracy, wymaga integracji zasobów wiedzy dotyczących tej sfery.

Wymusza to z kolei potrzebę rozwoju systemu pamięci organizacyjnej przedsiębiorstw oraz nieustanny proces uczenia się w zakresie BHPiE na wszystkich szczeblach zarządzania w organizacji.

### PIŚMIENNICTWO

[1] ISO 9000:2000, *Quality management systems Fundamentals and vocabulary*, and in ISO 9004:2000, *Quality management systems Guidelines for performance improvements*. Geneva, Switzerland. <http://www.iso.org/iso/en/ISOOnline.openenerpage>

[2] Awad E. M. and Ghaziri H. M., *Knowledge Management, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall 2004*

[3] ILO-OSH. *Guidelines on occupational safety and health management systems, ILO-OSH 2001*. International Labour Office, Geneva, Switzerland, 2001 <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/managmnt/guide.htm>

### Ogólne zasady oceny zgodności maszyn

Systemy zapobiegające zagrożeniom przy użytkowaniu maszyn mogą być implementowane zarówno przez producenta maszyny, jak i przez jej użytkownika. W obu tych przypadkach systemy te powinny być tak zastosowane, aby zapewniały redukcję ryzyka do poziomu akceptowalnego. Producent i użytkownik maszyny, stosując urządzenia, których zadaniem jest redukcja ryzyka, powinien zapewniać spełnienie wymagań ujętych w odpowiednich przepisach, posługując się np. odpowiednimi normami dotyczącymi bezpieczeństwa.

W przypadku bezpieczeństwa funkcjonalnego systemów sterowania są to: dotycząca producentów dyrektywa tzw. maszynowa 98/37/WE [1] (wprowadzona do prawa polskiego rozporządzeniem ministra gospodarki, pracy i polityki społecznej z dnia 10 kwietnia 2003 r. [2]) oraz dyrektywa dotycząca użytkownika maszyn 89/655/EWG [3] (wprowadzona do prawa polskiego rozporządzeniem ministra gospodarki, dotyczącym użytkowników [4]). Należy także pamiętać, że według interpretacji zamieszczonej w komentarzach [5] do dyrektywy 98/37/WE użytkownik maszyny, który dokonuje jej modernizacji nawet do własnych celów powinien zapewnić, że zmodernizowana maszyna zapewnia taki sam poziom bezpieczeństwa, jak maszyna nowa. Oznacza to, że dokonując modernizacji maszyny należy upewnić się, czy wszystkie zasadnicze wymagania bezpieczeństwa zostały spełnione. Tak więc, zarówno producent jak i użytkownik maszyny powinni zadbać o to, aby ich maszyna spełniała odpowiednie wymagania bezpieczeństwa. Dotyczy to także systemów sterowania realizujących funkcje bezpieczeństwa.

Zgodnie z procedurami ujętymi w dyrektywie 98/37/WE, producent maszyny zawsze, bez względu na jej rodzaj, powinien upewnić się że zastosowane rozwiązania konstrukcyjne zapewniają spełnienie zasadniczych wymagań bezpieczeństwa. W przypadku zastosowania norm zharmonizowanych spełnienie wymagań tych norm pozwala, przez domniemanie, na potwierdzenie zgodności z wymaganiami zasadniczymi.

### Wymagania bezpieczeństwa funkcjonalnego odnośnie do systemów sterowania w dyrektywach dotyczących maszyn

W praktyce, w każdej maszynie system sterowania spełnia określone funkcje bezpieczeństwa, jak np. start, stop, stop

awaryjny. Ocena maszyny lub urządzenia ochronnego pod względem bezpieczeństwa powinna więc obejmować także ocenę ich systemów sterowania [6, 7, 8]. Zasada ta jest także uwzględniona w dyrektywach dotyczących maszyn. Rozporządzenie ministra gospodarki, pracy i polityki społecznej [2], wprowadzające dyrektywę 98/37/WE, zawiera następujące wymagania:

#### • rozdz. 2. § 14:

„Układy sterowania należy zaprojektować i wykonywać w taki sposób, aby:

- 1) były bezpieczne i niezawodne oraz zapobiegały powstawaniu niebezpiecznych sytuacji;
- 2) mogły wytrzymać obciążenia wynikające z normalnego używania i działania czynników zewnętrznych;
- 3) błędy w układach logicznych nie doprowadzały do niebezpiecznych sytuacji”.

#### • rozdz. 2. § 23 ust. 3:

„Defekt logicznych układów sterowania, uszkodzenie lub zniszczenie obwodów sterowania nie powinny doprowadzać do niebezpiecznych sytuacji”.

Analogicznie, rozporządzenie ministra gospodarki z dnia 30 października 2002 r. [4] w rozdz. 3 § 11 zawiera wymagania:

„Układy sterowania maszyn powinny zapewniać bezpieczeństwo i być dobierane z uwzględnieniem możliwych uszkodzeń, defektów oraz ograniczeń, jakie można przewidzieć w planowanych warunkach użytkowania maszyny”.

Wymagania te dotyczą zachowania się urządzeń w warunkach defektu. Dotyczą więc bezpieczeństwa funkcjonalnego, rozumianego jako te elementy bezpieczeństwa ogólnego, które zależą od prawidłowego funkcjonowania maszyny oraz jej systemu sterowania. Oznaczają one, że projektanci maszyn i urządzeń ochronnych powinni uwzględniać zjawiska mające miejsce w sytuacjach defektu systemu sterowania oraz stosować odpowiednio skuteczne środki zapobiegające sytuacjom niebezpiecznym związanym z tymi defektami [7]. Tak więc projektant systemu sterowania musi zapewnić spełnienie dwu celów:

- wytworzenie systemu umożliwiającego maszynie realizację założonych funkcji, z uwzględnieniem wymagań bezpieczeństwa
- zbudowanie systemu, który funkcjonuje w warunkach defektu w przewidywalny sposób i z określoną niezawodnością przez cały cykl życia maszyny.

Zasady te dotyczą również użytkownika maszyny, jeśli dokonuje modernizacji systemu sterowania. Powinny być one stosowane także wówczas, gdy użytkownik maszyny wyposaża w dodatkowe urządzenia ochronne, oraz gdy organizuje on stanowisko pracy przy maszynie.

### Norma PN-EN 954-1:2001

Aby zapisy obu tych dyrektyw realizować w rozwiązaniach praktycznych, konieczne jest bardziej precyzyjne sformu-



dr inż. MAREK DŹWIAREK  
Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

## Bezpieczeństwo funkcjonalne systemów sterowania maszynami w świetle przepisów wprowadzających dyrektywę UE

mułowanie wymagań dotyczących projektowania maszyn. Obecnie europejskie i międzynarodowe komitety normalizacyjne prowadzą intensywne prace mające na celu opracowanie norm i przewodników z zakresu bezpieczeństwa funkcjonalnego maszyn [6]. Normą dotyczącą systemów sterowania, zharmonizowaną z dyrektywą maszynową jest: PN-EN 954-1:2001 *Maszyny. Bezpieczeństwo. Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem. Ogólne zasady projektowania* [9].

Wprowadza podział urządzeń na 5 kategorii w zależności od ich zachowania się w warunkach defektu. Podział ten nie jest zależny od zastosowanych technologii, a jedynie od odporności urządzeń na defekty i ich zachowania się w stanie defektu określonego przez strukturę urządzenia i jego niezawodność. Dlatego dla każdej kategorii sformułowano wymagania dotyczące funkcjonowania urządzeń w przypadku wystąpienia defektu. Intencją autorów normy było wprowadzenie deterministycznych wymagań stawianych urządzeniom związanym z bezpieczeństwem. Bardziej szczegółową charakterystykę tych kategorii można znaleźć w literaturze [6].

Norma ta w rozdz. 4.2 „Ogólna strategia projektowania” wprowadza także elementy zarządzania projektowaniem urządzeń. Są one scharakteryzowane jako strategia projektowania w 5 krokach. Jej celem jest wyeliminowanie defektów w systemach systematycznych. Głównym jej elementem jest walidacja urządzenia, przeprowadza przez badania eksperymentalne i analizy FMEA (*Fault Mode and Effect Analysis*) lub FTA (*Fault Tree Analysis*). W praktyce jest to skuteczne tylko w przypadku prostych systemów, realizowanych z wykorzystaniem niewielkiej liczby podzespołów i elementów. Tak więc norma dotyczy głównie eliminacji defektów przypadkowych, natomiast w niewielkim stopniu uwzględnia aspekty związane z zapobieganiem defektom systematycznym.

W przypadku złożonych systemów elektronicznych sposób podejścia polegający jedynie na analizie warunków uszkodzenia jest niewystarczający i może prowadzić do wielu nieporozumień [7].

Wyniki analiz wypadków, które miały miejsce przy obsłudze maszyn wykazały, że jedną z najistotniejszych ich przyczyn jest niewłaściwe funkcjonowanie systemu sterowania. Systemy sterowania zapobiegające wypadkom mogą być implementowane zarówno przez producenta maszyny, jak i przez jej użytkownika. Wymagania dotyczące ich odporności na defekty są zawarte w dyrektywach 97/37/EC i 89/655/EWG, a uszczegółowione w dokumentach normalizacyjnych PN-EN 954-1:2001, ISO/DIS 138491-1:2004 i IEC/FDIS 62061:2004. Posługiwanie się tymi dokumentami stanowi problem, zwłaszcza dla małych i średnich przedsiębiorstw. Dlatego też istotne znaczenie ma wzmacnianie współpracy pomiędzy ośrodkami naukowymi, Normalizacyjnymi Komitetami Technicznymi i przemysłem w zakresie tworzenia narzędzi do wdrażania zasad bezpieczeństwa funkcjonalnego systemów sterowania.

### Functional safety of machinery control systems in the light of the requirements of the EC directives

Results of accident analyses that took place during machine servicing have shown that inappropriate functioning of control systems is one of their important causes. Systems preventing accidents can be implemented by the machine manufacturer and/or the user. Requirements concerning their resistance to defects are included in Directives 97/37/EC and 89/655/EEC. They are also given in more detail in standards EN 954-1:1996, ISO/DIS 13849-1:2004 and IEC/FDIS 62061:2004. Using these documents poses problems, especially for SMEs. Therefore, it is significant to strengthen cooperation between research centres, Technical Normalisation Committees and industry to create tools for implementing the principles of functional safety of control systems.

Dotyczy to zwłaszcza systemów bazujących na pojedynczych sterownikach PLC i systemach komputerowych. Dodatkowo komplikacje, których nie można całkowicie wyeliminować przez analizę behawiorystyczną wynikają z faktu, że zdecydowana większość maszyn zawiera podzespoły wykonane w różnych technologiach. Oznacza to, że norma ta nie może być skutecznie stosowana do oceny zgodności bardziej złożonych systemów sterowania, np. programowalnych. Jednak, zgodnie z modułami oceny zgodności omówionymi wcześniej, producent maszyny powinien udokumentować środki zastosowane w celu zapewnienia zgodności z wymaganiami. Powstaje więc pytanie, jakimi dokumentami szczegółowymi może się on posłużyć w procesie oceny swojego systemu sterowania.

Organizacja jednostek notyfikowanych (Coordination of Notified Bodies for machinery Directive 98/37/EC) opracowała dokument *Recommendation for Use CNB/M/01.028 Subject: Use of CENELEC standards if no CEN harmonized standards available* – zatwierdzony w dniu 3 marca 2000 r. przez Komitet Stanowiący, jako wykładnia przepisów dyrektywy maszynowej. Dokument ten mówi, że w przypadku braku norm zharmonizowanych, w procesie oceny zgodności z dyrektywą maszynową jednostka notyfikowana może posługiwać się projektami norm opracowywanymi przez CEN i CENELEC oraz ISO.

Takimi, aktualnie opracowywanymi, dokumentami dotyczącymi systemów

sterowania maszynami są projekty norm ISO/DIS 138491-1:2004 [10] i IEC/FDIS 62061:2004 [11].

### Dokument ISO/DIS 138491-1:2004

Systemy programowalne, a zwłaszcza proste PLC, stały się obecnie na tyle tanie że coraz częściej wypierają tradycyjne, elektromechaniczne systemy sterowania. Są one obecnie spotykane, nawet w najprostszych maszynach. Dlatego też problem ich oceny pod względem zapewnianego poziomu bezpieczeństwa stał się problemem niezwykle istotnym. Spowodowało to konieczność nowelizacji normy PN-EN 954-1, tak aby pozwalała ona także na ocenę systemów programowalnych. W wyniku kilkuletnich prac normalizacyjnych powstał projekt normy ISO/DIS 138491-1:2004 [10], która ma zastąpić dotychczasową normę PN-EN 954-1.

Dokument ten wprowadza pojęcie „poziomu zapewnienia bezpieczeństwa”, który jest wskaźnikiem skuteczności redukcji ryzyka przez system sterowania. Przewiduje się 5 poziomów zapewnienia bezpieczeństwa: od „a” do „e” (patrz tabela).

Wymagany poziom zapewnienia bezpieczeństwa jest określany na podstawie grafu oceny ryzyka. Natomiast ocena poziomu osiągniętego w konkretnym rozwiązaniu technicznym jest dokonywana metodą jakościowo-ilościową. Norma wprowadza pojęcie *designated architecture* charakteryzujące rozwiązania konstrukcyjne typowe dla poszczególnych kategorii. I tak, w przypadku kategorii B i kategorii 1.





POZIOMY ZAPEWNIENIA BEZPIECZEŃSTWA (PL)

Safety performance levels

Poziomy zapewnienia bezpieczeństwa	Średnie prawdopodobieństwo uszkodzenia niebezpiecznego na godz.	Poziom nienaruszalności bezpieczeństwa SIL
a	$\geq 10^{-5}$ do $< 10^{-4}$	brak specjalnych wymagań
b	$\geq 3 \cdot 10^{-6}$ to $< 10^{-5}$	1
c	$\geq 10^{-6}$ to $< 3 \cdot 10^{-6}$	1
d	$\geq 10^{-7}$ do $< 10^{-6}$	2
e	$\geq 10^{-8}$ do $< 10^{-7}$	3

według PN-EN 954-1:2001 jest to architektura szeregową, bez środków wykrywania defektów. W przypadku kategorii 2. system zawiera urządzenie monitorujące okresowo poprawność jego pracy. W kategorii 3. jest to system z redundancją, a w kategorii 4. redundancja z monitorowaniem. Parametrami charakteryzującymi system są: średni czas wystąpienia defektu (MTTF), pokrycie diagnostyczne wykrywania defektów (DC) oraz współczynnik defektów od wspólnej przyczyny (CCF). Parametry te są kwalifikowane do grup jakościowych: duży, średni, mały. Przewidywany poziom zapewnienia bezpieczeństwa określany jest na podstawie grafu uwzględniającego oszacowane parametry oraz architekturę systemu (jednokanałowy, redundancja, monitorowanie itp.). Pozwala to, w stosunkowo prosty sposób, dokonać oceny zaprojektowanego systemu.

Metoda ta, ze względu na uproszczony sposób oceny nie uwzględnia wielu czynników wpływających na prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznego uszkodzenia. Dlatego też zakres jej stosowania jest ograniczony jedynie do systemów niezbyt złożonych. Przewiduje się, że będzie ona stosowana do analizy systemów hydraulicznych, pneumatycznych oraz elektrycznych. W przypadku systemów elektronicznych może być ona stosowana, gdy jest spełniony co najmniej jeden z poniższych warunków:

- 1) wymagany jest poziom zapewnienia bezpieczeństwa „a” lub „b”;
- 2) funkcja bezpieczeństwa jest realizowana w pełni sprzętowo oraz zachowanie systemu w warunkach defektu jest jednoznacznie określone;
- 3) udział systemu programowalnego w realizacji funkcji bezpieczeństwa jest niewielki (np. monitorowanie) i jest wymagany poziom zapewnienia bezpieczeństwa „a” do „d”;
- 4) funkcja bezpieczeństwa jest realizowana przez dwa różne systemy programowalne i jest wymagany poziom zapewnienia bezpieczeństwa „a” do „d”; przez różne systemy programowalne rozumie się układy o różnych systemach operacyjnych i różnym oprogramowaniu;
- 5) zastosowane związane z bezpieczeństwem elementy systemu sterowania (z uwzględnieniem oprogramowania) zostały zaprojektowane zgodnie z zaleceniami odpowiednich norm.

W innych przypadkach dokument ISO/DIS 138491-1:2004 nie wystarcza do uwzględnienia wszystkich aspektów dotyczących bezpieczeństwa.

**Dokument IEC/FDIS 62061:2004**

Dokument IEC/FDIS 62061:2004 [11] jest opracowywany równoległe do dokumentu ISO/DIS 138491-1:2004. Zamierzeniem jego autorów jest zaadaptowanie metodologii bezpieczeństwa funkcjonalnego do specyfiki systemów sterowania maszynami. Formuluje on podstawowe zalecenia dotyczące projektowania i wykonywania systemów sterowania realizujących funkcje bezpieczeństwa.

Systemy te są sklasyfikowane zgodnie z PN-EN 61508 na poziomy nienaruszalności bezpieczeństwa SIL. W przypadku systemów sterowania maszynami przewiduje się tylko SIL 1, SIL 2 i SIL 3. Wynika to z faktu, że przy ocenie ryzyka nie uwzględnia się wypadków zbiorowych, mogących powodować śmierć wielu osób, gdyż jest to bardzo mało prawdopodobne.

Wymagania dotyczące systemów uwzględniają w zasadzie wszystkie etapy ich cyklu życia i są pogrupowane według aspektów, których dotyczą. Są to grupy wymagań:

- zarządzanie bezpieczeństwem funkcjonalnym
- formułowanie założeń dotyczących funkcji bezpieczeństwa
- projektowanie i wykonywanie systemu
- informacje dla użytkownika
- walidacja systemu
- modyfikacja systemu.

Podstawową zasadą zalecaną przy projektowaniu systemu sterowania jest jego dekompozycja. Projektant systemu już na etapie formułowania założeń powinien się kierować zasadą dekompozycji systemu na podsystemy. Dotyczy to zarówno określania funkcji bezpieczeństwa, które należy dzielić na funkcje elementarne, jak i zespołów realizujących te funkcje, w których powinno się wydzielać podzespoły. Proces dekompozycji sprowadzany jest do poziomu gotowych podzespołów, nabywanych na rynku. Podzespoły takie powinny mieć deklaracje producenta dotyczące zapewnianego przez nie poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa okre-

ślonego zgodnie z wymaganiami PN-EN 61508. Na podstawie tych deklaracji oraz zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych określa się SIL zestawionego w ten sposób systemu.

Norma traktuje zatem projektowanie systemu sterowania maszyną jako proces zestawiania gotowych podzespołów w większą całość. Może więc być stosowana zarówno przez projektantów maszyn, jak i przez ich użytkowników wyposażających maszyny w dodatkowe urządzenia ochronne. Nie jest natomiast odpowiednia do oceny takich urządzeń bezpieczeństwa, jak elektroczułe urządzenia ochronne, sterowniki programowalne itp. W takich przypadkach właściwe jest stosowanie pełnych zaleceń normy PN-EN 61508.

**Podsumowanie**

Wyniki analiz wypadków, które miały miejsce przy obsłudze maszyn wykazały, że jedną z najistotniejszych przyczyn wypadków ciężkich jest niewłaściwe funkcjonowanie systemu sterowania [np. 12]. Badania te potwierdzają jak istotne jest zapewnienie, że system sterowania będzie realizował funkcje bezpieczeństwa wystarczająco skutecznie w całym cyklu życia maszyny. Jak wykazano, problem ten dotyczy zarówno konstruktora maszyny, jak i jej użytkownika. Doświadczenie Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego jako jednostki certyfikującej, a od niedawna także jednostki notyfikowanej w zakresie dyrektywy maszynowej, wskazuje, że krajowi producenci maszyn, zwłaszcza małe i średnie przedsiębiorstwa, mają poważne problemy z poprawnym uwzględnianiem problematyki odporności systemów sterowania na defekty.

Dodatkowym utrudnieniem jest brak wystarczająco przejrzystych dokumentów normalizacyjnych z tego zakresu. Europejskie i międzynarodowe prace normalizacyjne są mało znane, a dostęp do opracowywanych dokumentów ograniczony. Kontakty Instytutu z przedstawicielami małych i średnich przedsiębiorstw wskazują, że potrzebują one znacznego wsparcia eksperckiego w zakresie spełnienia wymagań dyrektyw europejskich, a zwłaszcza wymagań dotyczących systemów sterowania. Dlatego też istotne znaczenie mają prace badawcze dotyczące opracowywania narzędzi, które wspomagałyby projektantów i użytkowników maszyn w realizowaniu i dokumentowaniu spełnienia wymagań bezpieczeństwa funkcjonalnego systemów sterowania maszynami. Obecnie w CIOP-PIB, przy czynnym współudziale także przedsiębiorstw, są prowadzone prace badawcze mające na celu opracowanie takich narzędzi.



Należy także zwrócić uwagę na fakt, że przedstawiciele krajowego przemysłu nadal wykazują się bardzo małą aktywnością w zakresie działalności normalizacyjnej. W efekcie nasz wpływ na ostateczny kształt norm europejskich jest znacznie ograniczony i nieadekwatny do możliwości, a krajowy przemysł staje się biernym odbiorcą zasad opracowywanych w innych krajach UE. Sytuacja taka powoduje, że krajowi producenci są skazani na ciągłe pozostawanie w tyle za wiodącymi ośrodkami europejskimi.

Wzmacnianie współpracy pomiędzy ośrodkami naukowymi, Normalizacyjnymi Komitetami Technicznymi i przemysłem, nie jest więc jedynie szczytnym hasłem, ale palącą koniecznością.

## PIŚMIENNICTWO

[1] Dyrektywa Unii Europejskiej 98/37/WE z dnia 22 czerwca 1998 r. w sprawie zbliżenia prawa państw członkowskich, dotyczącego maszyn, zmienionej dyrektywą Unii Europejskiej 98/79/WE

[2] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 kwietnia 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn i elementów bezpieczeństwa. DzU nr 91, poz. 858

[3] Dyrektywa 89/655/EWG w sprawie minimalnych wymagań ochrony zdrowia i bezpieczeństwa w stosunku do sprzętu używanego przez pracowników w miejscu pracy

[4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy. DzU nr 191, poz. 1596

[5] *Community legislation on machinery. Comments on Directive 98/37/EC*, Publications Office Catalogue No CO-01-96-279-EN-C

[6] Dźwiarek M. *Klasyfikacja systemów sterowania w zależności od zapewnianego poziomu bezpieczeństwa według EN 954-1*. „Pomiary, Automatyka, Robotyka” 8/1997, 4-9

[7] Dźwiarek M. *Ocena bezpieczeństwa funkcjonalnego programowalnych sterowników maszyn*. „Safety and Reliability International Conference”, Szczyrk 2001, t. 4, 105-115

[8] Schaefer M., Hauke M. *Design of safety-related control systems at machinery*, 3rd International Conference, „Safety of Industrial automated systems”, Nancy 2003, p. 4-31 ÷ 4-41

[9] PN-EN 954-1:2001 *Maszyny. Bezpieczeństwo. Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem. Część 1: Ogólne zasady projektowania*. PKN 2001

[10] ISO/DIS 138491-1:2004 *Safety of Machinery – Safety – related parts of control systems – Part 1: General principles for design* European Committee for Standardisation (CEN) 2004

[11] IEC/FDIS 62061:2004 *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*. International Electrotechnical Commission (IEC) 2004

[12] Dźwiarek M. *Zaburzenia w realizacji funkcji bezpieczeństwa przez systemy sterowania maszyn i zapobieganie związanym z nimi wypadkom. Podstawy prewencji wypadkowej*. CIOP-PIB, Warszawa 2003, s. 171÷181

mgr inż. ANDRZEJ DĄBROWSKI

Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

## Rozwiązania konstrukcyjne przenośnych pilarek łańcuchowych zwiększające bezpieczeństwo ich obsługi

W artykule przedstawiono cechy konstrukcyjne elementów przenośnych pilarek łańcuchowych zmniejszających ryzyko bezpośredniego kontaktu operatora maszyny z ruchomą piłą łańcuchową i umożliwiających, w sposób planowy i dogodny dla użytkowników, poprawę technicznych parametrów tej maszyny, w celu zapewnienia bezpieczeństwa jej użytkowania.

### Design solutions for portable chain saws, which increase the safety of their operation

This paper introduces the reader to design features of chain saw elements that decrease the risk of immediate contact of a machine's operator with a moving cutting chain and also make it possible to deliberately and conveniently improve the technical parameters, ensuring safe use of these machines.

### Wstęp

Przenośne pilarki łańcuchowe będące obecnie podstawowymi maszynami przy pozyskiwaniu drewna (w Polsce ok. 90% tych prac odbywa się z wykorzystaniem przenośnych pilarek łańcuchowych) są jednocześnie główną przyczyną wypadków podczas wykonywania tych prac. W Polsce maszyny te, oprócz pozyskiwania drewna, są przez profesjonalnych użytkowników i amatorów, powszechnie stosowane na placach budów, w gospodarstwach domowych, na wsi, w ogrodnictwie, w sadownictwie i na działkach.

Wypadki powodowane przez przenośne pilarki łańcuchowe są przede wszystkim wynikiem bezpośredniego kontaktu operatora z ruchomą piłą łańcuchową [1]. W szczególności są one następstwem wystąpienia zjawiska odbicia, tzn. niekontrolowanego ruchu prowadnicy do góry w kierunku operatora (rys 1.).

Zjawisko to występuje wówczas, kiedy górna część końcówki prowadnicy zetknie się z twardym przedmiotem [1, 2]. Urazy, które powstają przy tego typu wypadkach, obejmują przede wszystkim twarz oraz górne części ciała, które trudno jest ochronić.

Celem tego artykułu jest zapoznanie czytelnika z cechami konstrukcyjnymi przenośnych pilarek łańcuchowych, zmniejszającymi ryzyko bezpośredniego kontaktu operatora maszyny z ruchomą piłą łańcuchową, w tym zwłaszcza zjawiska odbicia. Zwrócono w nim przede wszystkim uwagę na urządzenia, których odpowiednia konstrukcja może zapobiec odbiciu lub ograniczyć jego skutki [3, 4].

### Urządzenia zapobiegające urazom lub ograniczające ich skutki

**Osłona ręki lewej** – jest ochroną ręki trzymanej na uchwycie przednim pilarki przed kontaktem z piłą łańcuchową. Zintegrowanie z dźwignią hamulca ręcznego umożliwia zatrzymanie piły łańcuchowej pilarki, przez przesunięcie do przodu tej osłony – świadome lub w przypadku odbicia (fot. 1.).

Natomiast **osłona ręki prawej** chroni rękę trzymaną na uchwycie tylnym przed spadającą lub pękniętą piłą łańcuchową. Podczas uruchamiania pilarek łańcuchowych o większej mocy służy także do dociśnięcia stopą pilarki do podłoża i umożliwia operatorowi pełną kontrolę nad maszyną podczas wykonywania tej czynności (rys. 2.).

Do ochrony przed kontaktem z piłą łańcuchową służy także osłona transportowa, nakładana na prowadnicę przenoszenia wyłączzonej pilarki.



Rys. 1. Odbicie pilarki

Fig. 1. Chain saw kickback

