

Dr inż. Zbigniew TOMASZEWSKI, mgr inż. Andrzej CZEKAJ
Instytut Obróbki Plastycznej, Poznań

Bezpieczeństwo w konstrukcji i użytkowaniu maszyn i urządzeń

Safety in machine design and utilization

Streszczenie

W artykule przedstawiono najważniejsze cechy współczesnej strategii bezpieczeństwa w projektowaniu i użytkowaniu maszyn, określone w znowelizowanej dyrektywie maszynowej 2006/42/WE i dyrektywie *be-hapowskiej* 89/655/EEG. Opisaną w artykule strategię postępowania Europejski Komitet Normalizacyjny CEN określił w trzech normach: PN-EN ISO 12100-1:2005, PN-EN ISO 12100-2:2005 i PN-EN ISO 14121-1:2008. Omówiono także program komputerowy PRO-M służący do przeprowadzenia i udokumentowania oceny ryzyka projektowanej maszyny.

Abstract

The paper presents the most important features of the present day strategy for safety in designing and utilization of machines defined in the amended Directive 2006/42/EC on machinery and in the industrial safety Directive 89/655/EEC. The strategy described in the paper has been defined by the European Committee for Standardization, CEN, in three standards: PN-EN ISO 12100-1:2005, PN-EN ISO 12100-2:2005 and PN-EN ISO 14121-1:2008. The computer program, PRO-M, serving for machine risk estimation and documentation, has also been discussed.

Słowa kluczowe: dyrektywa maszynowa, ocena ryzyka, ocena zgodności, bezpieczeństwo maszyn

Key words: directive on machinery, risk assessment, conformity assessment, safety of machinery

1. WSTĘP

Maszyny pomagają człowiekowi w wykonywaniu pracy. Sposób jej wykonywania, także z pomocą maszyn i urządzeń (w określonych pomieszczeniach, przy określonym oświetleniu i wentylacji, przy określonej organizacji stanowiska roboczego, itd.) – stwarza okoliczności i uwarunkowania wystąpienia **zdarzenia wypadkowego**. Okoliczności powstania szkody, urazu u operatora lub osoby trzeciej na skutek wypadku podano na rys. 1 [4, 5, 6, 7].

W czasie konstrukcji maszyny i w czasie użytkowania maszyny, stosując odpowiednie środki można stworzyć warunki, aby uniknąć szkody lub ograniczyć wielkość szkody.

Równolegle w ostatnich latach porządkuje się i udoskonala się terminologię i sposób interpretowania przepisów związanych z oceną ryzyka i z konstruowaniem maszyn bezpiecznych w użytkowaniu.

1. INTRODUCTION

*Machines help man in his work. The way of work is done, also with the use of machines and devices (in definite rooms, with definite lighting, ventilation and work stand organisation, etc.) creates circumstances for the occurrence of an **accident event**. The circumstances of damage, injury of an operator or a third person as result of an accident are shown in fig. 1 [4, 5, 6, 7].*

When designing a machine and when utilizing a machine, one can create conditions to prevent damage or to reduce its magnitude.

In recent years, ordering and improvement of the terminology and the way of interpretation of rules relevant to risk assessment and design of machines safe in use has been performed.

W ostatnich latach została uporządkowana strategia (filozofia) konstruowania maszyn bezpiecznych w użytkowaniu i bezpiecznej obsługi maszyn i urządzeń. Strategia ta jest przedstawiona w trzech normach technicznych: **PN-EN ISO 12100-1:2005** Bezpieczeństwo maszyn – Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania – Część 1: Podstawowa terminologia, metodyka [1]; **PN-EN ISO 12100-2:2005** Bezpieczeństwo maszyn – Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania – Część 2: Zasady techniczne [2]; **PN-EN ISO 14121-1:2008** Bezpieczeństwo maszyn – Ocena ryzyka – Część 1: Zasady [3]. Normy te stanowią zapis doświadczenia inżynierskiego w zakresie strategii postępowania w dziedzinie konstrukcji maszyn bezpiecznych w użytkowaniu.

Strategię postępowania przy konstruowaniu i bezpiecznym użytkowaniu maszyn określa również znowelizowana Dyrektywa Maszynowa Wspólnot Europejskich **2006/42/WE** [11, 12], która w Polsce wejdzie w życie 29 grudnia 2009 roku.

Gdy zdarzają się wypadki, zawsze zadawane jest pytanie jaka była ich przyczyna? Odpowiedź na to pytanie nie zawsze jest łatwa i jednoznaczna. Merytorycznie poprawna analiza przyczyn każdego wypadku przy pracy może zostać przeprowadzona jedynie z wykorzystaniem strategii (filozofii, systemu) postępowania w konstrukcji maszyn i urządzeń bezpiecznych w użytkowaniu – przedstawionej w trzech wymienionych powyżej normach i w znowelizowanej dyrektywie maszynowej 2006/42/WE (oraz w normach typu C z nią zharmonizowanych).

2. RYZYKO WYPADKU (RYZYKO RESZTKOWE FINALNE)

Podstawowym celem, którym kieruje się projektant (konstruktor) maszyny jest zaprojektowanie maszyny możliwie najbardziej efektywnej i wydajnej. Przy realizacji tego celu należy uwzględnić **bezpieczeństwo operatora**.

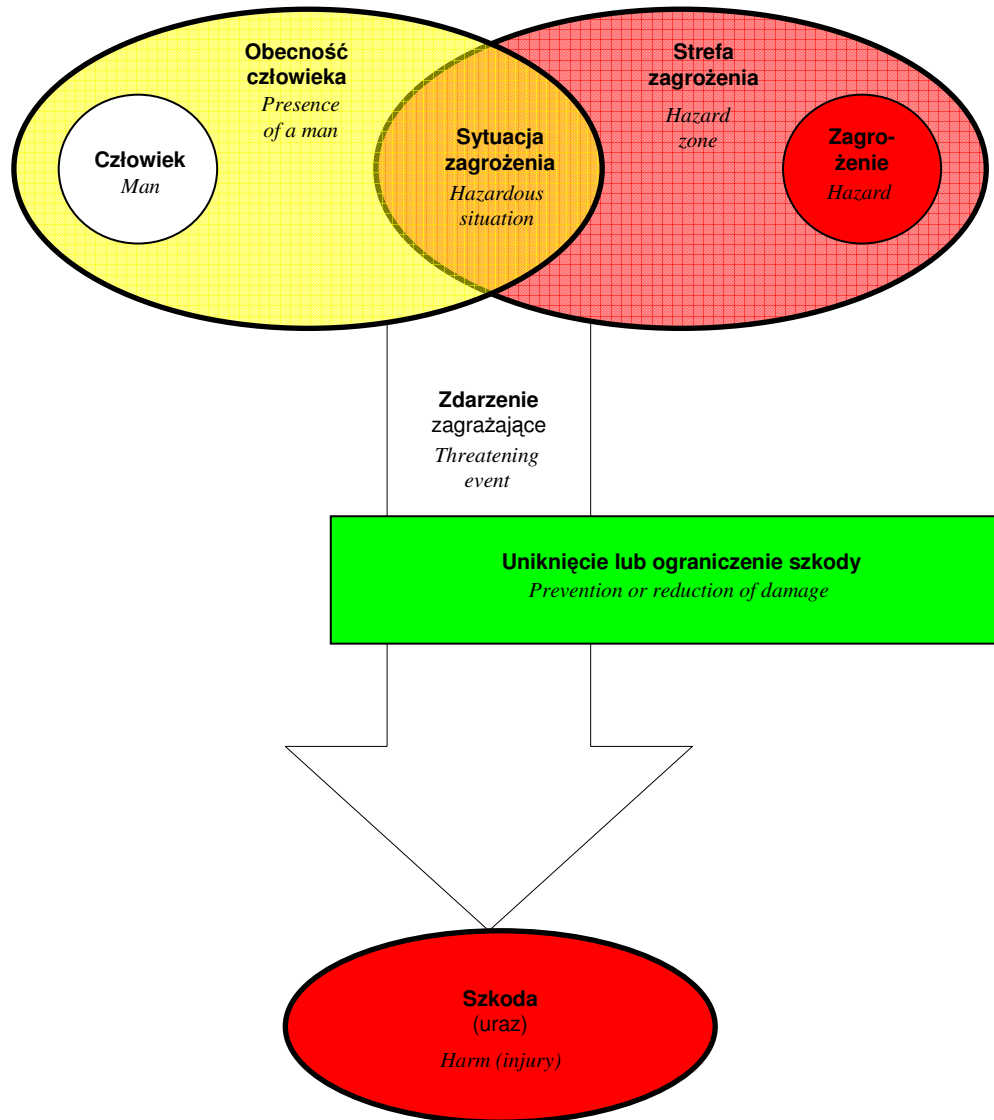
*In recent years, the strategy (philosophy) of designing machines safe in use and the strategy of safe machine operation and utilization has been reconsidered. The strategy is presented in three technical standards: **PN-EN ISO 12100-1:2005** Machine safety – Basic notions, general designing principles – Part 1: Basic terminology, methodology [1]; **PN-EN ISO 12100-2:2005** Machine safety – Basic notions, general designing principles – Part 2: Technical principles [2]; **PN-EN ISO 14121-1:2008** Machine safety – Risk assessment – Part 1: Principles [3]. Those standards are a record of engineering experience relevant to the strategy of proceeding in the field of designing machines safe in utilization.*

*The strategy of designing and safe utilization of machines is also described in the amended Directive on machinery of the European Communities, **2006/42/EC** [11, 12] which is to come in force in Poland on December 29, 2009.*

When accidents happen, the question about their cause is always asked. The answer to the question is not always easy and univocal. Correct analysis of the causes of any accident is possible only with the application of the strategy (philosophy, system) of proceeding in the design of safe machines and devices – as presented in the three standards mentioned above and in the amended directive on machinery 2006/42/EC (as well as in type C standards harmonized with them).

2. RISK OF ACCIDENT (FINAL RESIDUAL RISK)

*The fundamental purpose of the machine designer is to design a possibly most effective and productive machine. In the realization of the purpose, however, the **operator's safety** should be taken into account.*



Rys. 1. Okoliczności powstania szkody [4, 5, 6, 7]

Fig. 1. Circumstances of harm arising [4, 5, 6, 7]

Bowiem jeżeli maszyna stwarza zagrożenie (rys. 1), to wcześniej lub później nastąpi wydarzenie powodujące szkody związane z tym zagrożeniem. Dlatego projektowanie i wytwarzanie maszyn powinno być takie, by przy ich obsłudze zagrożenia były ograniczone tak dalece, jak to jest możliwe przy aktualnym wtedy stanie wiedzy.

Taką samą troską o bezpieczeństwo operatora powinien kierować się użytkownik maszyny.

Oznacza to, że o bezpieczną i ergonomiczną maszynę i jej bezpieczny system pracy należy zadbać w **fazie projektowania** (czyni to projektant), w **fazie wytwarzania** (producent)

This is because, if a machine creates hazard (fig. 1), an event causing damage resulting from that hazard will take place sooner or later. Therefore, machine design and manufacture should be such that in their operation hazards are reduced as far as possible at the state of knowledge of that time.

The same care for the operator's safety should be shown by the machine user.

This means that safe and ergonomic machines should be conceived at the stage of designing (designer), at the stage of manufacturing (producer) and at the stage of utilization (the user – employer and operator).

oraz w **fazie użytkownika** (użytkownik – pracodawca i operator). Zdecydowanie istotniejszą rolę spełnia dbałość w **fazie projektowania**¹⁾. Warto zapamiętać zasadę, że działania użytkownika nie powinny zastępować niedostatków konstrukcji²⁾.

W trzech wymienionych w rozdziale 1 normach sformułowano ogólną strategię stosowania środków i urządzeń ochronnych w użytkowanych maszynach. Strategię tę (nazwaną metodą trzech kroków) przedstawiono w tablicy 1 oraz na rys. 2.

Tablica 1. Ogólna strategia stosowania środków ochronnych i urządzeń ochronnych do maszyn wg PN-EN 12100-1 i 2:2005 (metoda trzech kroków) [1, 2]

Table 1. General strategy of the application of protection means and protection devices for machines according to PN-EN 12100-1 and 2:2005 (the method of three steps) [1, 2]

Środki ochronne i urządzenia ochronne stosowane przez <i>Protection means and devices applied by</i>	
konstruktora <i>designer</i>	użytkownika <i>user</i>
Krok 1: Konstrukcja bezpieczna sama w sobie <i>Step 1: Design safe in itself</i>	Działania organizacyjne: a) procedury bezpiecznej pracy; b) nadzór; c) systemy zezwoleń przystąpienia do pracy <i>Organization activities: a) procedures of safe labour; b) supervision; c) systems of permissions for work</i>
Krok 2: Stosowanie technicznych i uzupełniających środków ochronnych <i>Step 2: Application of technical and complementary protection means</i>	Zapewnienie i stosowanie dodatkowych technicznych środków ochronnych <i>Providing and application of additional technical protection means</i>
Krok 3: Informacje dla użytkownika: a) na maszynie (sygnały ostrzegawcze); b) w Instrukcji obsługi (DTR) <i>Step 3: Information to the user: a) on the machine (warning signals); b) in the Operation Manual (Technical documentation)</i>	Stosowanie środków ochrony indywidualnej <i>Application of individual protection means</i>
Ryzyko resztkowe po zastosowaniu środków ochronnych przez projektanta <i>Residual risk after the application of the protection means by the designer</i>	Szkolenie, warsztaty (wyrabianie nawyków), itd. <i>Training, workshops (formation of habits), etc.</i>
Ryzyko resztkowe po zastosowaniu środków ochronnych przez użytkownika <i>Residual risk after the application of protection means by the user</i>	
Ryzyko finalne (końcowe ryzyko resztkowe) po zastosowaniu wszystkich środków ochronnych i urządzeń ochronnych – przez projektanta i przez użytkownika <i>Final risk (final residual risk) after the application of all the protection means and protection devices – by the designer and by the user</i>	

Projektant maszyny dobierając środki ochronne powinien stosować następującą hierarchię postępowania:

1. Konstrukcja bezpieczna sama w sobie. Przy formułowaniu założeń, przy projektowaniu maszyny należy w miarę możliwości dobierać materiały i rozwiązania techniczne stwarzające możliwie najmniej zagrożeń.

2. Stosowane są techniczne i uzupełniające środki ochronne. Zagrożenia, których nie udało się wyeliminować przez zastosowanie konstrukcji bezpiecznych samych w sobie,

The role of care at the stage of designing is definitely more important¹⁾. It is worth to keep in mind that the actions of the user should not substitute the shortcomings of design²⁾.

In the three standards referred to in section 1, the general strategy of the application of protection means and devices in the utilized machines has been formulated. The strategy (labelled the method of three steps) is presented in table 1 and in fig. 2.

Selecting the protection means, the designer should observe the following hierarchy of proceeding:

1. Design safe in itself. *When formulating assumptions, when designing a machine, one should select materials and solutions creating as little hazards as possible.*

2. Technical and complementary protection means are applied. *Hazards which could not be eliminated by designs safe in themselves,*

ogranicza się stosując techniczne (i uzupełniające) środki bezpieczeństwa (np. osłony, systemy oburęcznego sterowania, inne funkcje bezpieczeństwa układu sterowania maszyną).

3. Ustalone są informacje dla użytkownika o ryzyku resztkowym. Jeżeli zastosowanie wszelkich zgodnych ze stanem wiedzy środków redukcji ryzyka nie wystarcza do jego wyeliminowania, to pozostanie ryzyko resztkowe. Ryzyko resztkowe może wyeliminować (lub zmniejszyć) jedynie użytkownik maszyny, który o pozostającym ryzyku resztkowym powinien być poinformowany (np. w *Instrukcji obsługi* lub za pomocą sygnałów ostrzegawczych).

Rezultatem działań konstruktora maszyny i użytkownika maszyny (pracodawca i operator) powinno być **zmniejszenie** ryzyka wypadku (ryzyka resztkowego). Działanie przynoszące wzrost ryzyka wypadku jest w zakresie bhp działaniem irracjonalnym³⁾.

are reduced by the use of technical (and complementary) safety means (e.g. shields, bimanual control systems, other functions of the machine control system).

3. Information on residual risk for the user is established. *If the application of all the risk reduction means in accordance with the state of knowledge does not suffice for its elimination, residual risk remains. The residual risk can be eliminated (or reduced) only by the machine user who should be informed about the existing residual risk (for example, in the Operation Manual or by warning signals).*

*The result of the actions of the machine designer and the machine user (employer and operator) should be **reduction** of the risk of accident (residual risk). Any action bringing an increase of the risk of accident is irrational in respect of industrial safety³⁾.*

PROJEKTOWANIE (KONSTRUKCJA) I UŻYTKOWANIE MASZyny				
DYREKTYWY	OCENA RYZYKA			
DYREKTYWA 2006/42/WE (poprzednia – 98/37/WE) [12] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 21.10.2008. (Dz.U. nr 199/2008, poz. 1228) [11]	DZIAŁANIA PROJEKTANTA	Krok 1: Konstrukcja bezpieczna sama w sobie	RYZYKO PIERWOTNE 	
		Krok 2: Stosowanie technicznych środków ochronnych i uzupełniających środków ochronnych		
		Krok 3: Ustalenie informacji dla użytkownika: – na maszynie (sygnały ostrzegawcze, piktogramy, itd.) i w <i>Instrukcji obsługi</i>		
OCENA I NADZOROWANIE RYZYKA⁴⁾				
DYREKTYWA 85/655/EWG (uzupełniona 95/63/WE; 2001/45/WE) ⁵⁾ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 30.10.2002. (Dz.U. nr 191/2002, poz. 1596 z późniejszymi zmianami) [14]	DZIAŁANIA UŻYTKOWNIKA	PRACODAWCY	Organizacja i zarządzanie oraz nadzór	
			Gospodarka remontowa i modernizacyjna	
			Procedury bezpiecznej pracy	
			System zezwoleń przystąpienia do pracy	
			Utrzymanie ruchu	
			Dodatkowe techniczne środki ochronne	
			Środki ochrony indywidualnej	
			Szkolenia	
			Motywowanie i informowanie	
		Dbłość o stan bhp		
		OPERATORA	Przestrzeganie procedur	
			Przestrzeganie zasad bhp	
			Stosowanie środków ochronnych	
			Informowanie nadzoru o odchyleniach	
Zachowania probezpieczne				
RYZYKO RESZTKOWE				
Po działaniach użytkownika – ryzyko resztkowe – akceptowalne				
Po działaniach projektanta i użytkownika – ryzyko resztkowe finalne (końcowe) – akceptowalne				

Rys. 2. Ogólna strategia stosowania środków ochronnych i urządzeń ochronnych do maszyn wg PN-EN 12100-1 i 2:2005 (metoda trzech kroków)⁵⁾ [1, 2]

MACHINE DESIGN (CONSTRUCTION) AND USE				
DIRECTIVES	RISK ASSESSMENT			
DIRECTIVE 2006/42/EC (previous – 98/37/EC) [12] <i>Decree of the Minister of Economy of 21.10.2008. (Dz.U. nr 199/2008, item. 1228) [11]</i>	DESIGNER'S ACTIONS	Step 1: Design safe in itself	PRIMARY RISK	
		Step 2: Application of technical and complementary protection means		
		Step 3: Determination of information for the user: on the machine (warning signals, pictograms, etc) and in the Operation Manual	After the designer's actions - residual risk - acceptable	
RISK ASSESSMENT AND SUPERVISION⁴⁾				
DIRECTIVE 85/655/EEC (revised 95/63/EC; 2001/45/EC) ³⁾ <i>Decree of the Minister of Economy of 30.10.2002. (Dz.U. nr 191/2002, item. 1596 with subsequent modifications) [14]</i>	USER'S ACTIONS	EMPLOYER	Organisation and management as well as supervision	RISK ASSESSMENT
			Overhaul and modernization policy	
			Procedures of safe labour	
			System of permissions for labour	
			Operation maintenance	
			Additional technical protective means	
			Individual protection means	
			Trainings	
			Motivation and information	
			Care for the state of industrial safety	
		OPERATOR	Observance of procedures	
			Observance of industrial safety	
			Application of protective means	
			Information to supervisors about deviations	
			Safety oriented behaviour	
After the user's actions – residual risk – acceptable				
After the designer's and the user's action – final residual risk – acceptable				

Fig. 2. General strategy of the application of protection means and machines for machines acc. to PN-EN 12100- 1 and 2:2005 (the method of three steps)³⁾ [1, 2]

3. OBSZARY ODPOWIEDZIALNOŚCI ZA BEZPIECZNE UŻYTKOWANIE MASZYN

Można wyróżnić trzech adresatów (trzy obszary) odpowiedzialności za bezpieczne użytkowanie maszyn:

1. Obszar konstruktora (projektanta, producenta) maszyny;
2. Obszar użytkownika maszyny w działaniach pracodawcy (w jego imieniu może działać mistrz, nastawiacz, brygadzysta, itd.);
3. Obszar użytkownika maszyny w działaniach operatora.

Autorzy niniejszego opracowania przeprowadzili analizy licznych wypadków na maszynach i wystawili wiele deklaracji zgodności [8, 9]. Na tej podstawie ustalili 20 najistotniejszych cech (działań) obejmujących trzy wymienione obszary odpowiedzialności. Cechy te, w podziale na wymienione trzy obszary, zestawiono w tablicach 2, 3 i 4.

3. AREAS OF RESPONSIBILITY FOR SAFE USE OF MACHINES

Three areas of responsibility for safe utilization of machines can be distinguished:

1. The machine designer's (producer's) area;
2. The machine user's area in the action of the employer (a foreman, an adjuster, acting on his behalf);
3. The area of the machine user in the actions of the operator.

The authors of the present paper have analysed numerous accidents on machines and issued many declarations of conformity [8, 9]. Basing on that, they have determined 20 most important features (actions) comprising the three mentioned areas of responsibility. Those features, divided into the three mentioned areas, have been put together in tables 2, 3 and 4.

Tablica 2. Działania producenta maszyny prowadzące do minimalizacji ryzyka resztkowego finalnego (minimalizacji ryzyka wypadku)

Table 2. Machine producer's actions for minimization of the final residual risk (minimization of the risk of accident)

Cecha Feature	Środki podejmowane przez producenta maszyny (dyrektywa maszynowa nr 98/37/WE i nr 2006/42/WE) – możliwie najwyższy poziom bezpieczeństwa technicznego i organizacyjnego <i>Precautions taken by the machine producer (directive on machinery no.98/37/EC and no. 2006/42/EC) – the highest possible level of technical and organizational safety</i>
1	Konstrukcja bezpieczna sama w sobie <i>Design safe in itself</i>
2	Środki ochronne i urządzenia ochronne techniczne zastosowane przez producenta: podstawowe i uzupełniające (np. oburęczne sterowanie, przycisk STOP AWARYJNY) <i>Technical protection means and devices provided by the producer: basic and complementary ones (e.g. bimanual control, EMERGENCY STOP button)</i>
3	Środki ochronne organizacyjne zastosowane przez producenta – informacje dla użytkownika (w <i>Instrukcji obsługi</i> i na maszynie – np. piktogramy) <i>Organizational protection means provided by the producer – information for the user (in the Operation Manual and on the machine, e.g. pictograms)</i>

Tablica 3. Działania użytkownika maszyny – będące w gestii pracodawcy – prowadzące do minimalizacji ryzyka resztkowego (minimalizacji ryzyka wypadku)

Table 3. Actions of the machine user – under the employer's authority – for minimization of residual risk (minimization of the risk of accident)

Cecha Feature	Poczynania użytkownika (działania pracodawcy) <i>User's proceedings (employer's actions)</i>
4	Organizacja i zarządzanie ⁶⁾ <i>Organization and management⁶⁾</i>
5	Nadzór <i>Supervision</i>
6	Właściwa gospodarka remontowa i modernizacyjna ⁷⁾ <i>Proper overhaul and modernization policy⁷⁾</i>
7	Procedury bezpiecznej pracy ⁸⁾ <i>Procedures of safe labour⁸⁾</i>
8	System zezwoleń przystąpienia do pracy ⁹⁾ <i>System of permissions for labour⁹⁾</i>
9	Utrzymanie ruchu ¹⁰⁾ <i>Operation maintenance¹⁰⁾</i>
10	Dodatkowe środki ochronne ¹¹⁾ <i>Additional protection means¹¹⁾</i>
11	Środki ochrony indywidualnej ¹²⁾ <i>Individual protection means¹²⁾</i>
12	Szkolenia ¹³⁾ <i>Trainings¹³⁾</i>
13	Motywowanie ¹⁴⁾ <i>Motivation¹⁴⁾</i>
14	Informowanie ¹²⁾ <i>Informing¹²⁾</i>
15	Dbłość o stan bhp ¹⁵⁾ <i>Care for the state of industrial safety¹⁵⁾</i>

W tabelicy 2 zaprezentowano cechy dotyczące działalności projektanta maszyny (cechy 1–3).

W tabelicy 3 podano cechy dotyczące działalności pracodawcy (jako użytkownika maszyny) – cechy 4–15.

W tabelicy 4 podano cechy dotyczące działalności operatora maszyny (jako użytkownika maszyny) – cechy 16–20.

Czy ryzyko (wypadku) uwzględniające dwadzieścia rozpatrzonych cech (1–20) jest akceptowalne? Odpowiedź na to pytanie może dać przeprowadzenie procedury oceny ryzyka zawodowego, np. według metody *Risk Score* (Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Risk_score) lub według normy PN-N-18002:2000 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego¹⁶⁾ [16].

Ryzyko resztkowe konstrukcji i użytkowania jest ryzykiem resztkowym finalnym i jest niekiedy¹⁷⁾ **nieakceptowalne**. Ryzyko wypadku jest wtedy bardzo duże. Wypadek może mieć miejsce z bardzo dużym prawdopodobieństwem.

Tablica 4. Działania eksploatatora prasy mimośrodowej – będące w gestii operatora – prowadzące do minimalizacji ryzyka resztkowego (minimalizacji ryzyka wypadku)

Table 4. Actions of an eccentric press operator for minimization of residual risk (minimization of an accident risk)

Cecha Feature	Poczynania użytkownika w działaniach operatora User's proceedings in the operator's actions	Uwagi Remarks
16	Przestrzeganie procedur <i>Observance of the procedures</i>	Często stwierdza się braki w procedurach (opracowuje je pracodawca). Stwierdza się też braki u operatora w należywym przestrzeganiu procedur. <i>Failure are often found in the procedures (elaborated by the employer). Operators are found to fail to observe the procedures.</i>
17	Przestrzeganie zasad bhp <i>Observance of industrial safety principles</i>	Zauważa się pewną nonszalancję w podejściu operatora do zasad bhp. <i>Careless approach of the operators to the industrial safety principles can be observed.</i>
18	Stosowanie środków ochronnych <i>Application of protective measures</i>	Decyzja o sposobie sterowania (nożne albo oburęczne) nie należy do operatora. Operator może użyć szczypiec do wyjmowania detalu z niebezpiecznej przestrzeni pracy tłoczni (decyzja o ich użyciu należy do nadzoru; operator może wyjść z inicjatywą ich użycia). <i>Decision on the way of control (foot or bimanual) is not up to the operator. The operator can use pliers to take an object from the dangerous space of the stamping die work (the decision of its use is up to the supervisor; the operator can suggest it).</i>
19	Informowanie nadzoru o odchyleniach <i>Information to the supervisors on deviations</i>	Często operator twierdzi, że informował nadzór o niedomaganiach w pracy prasy. Pracownicy nadzoru pracodawcy często tego nie potwierdzają. <i>Operators often say they had informed the supervisors about the press work shortcomings. The supervisors often do not confirm it.</i>
20	Zachowania prozbepieczne ¹⁸⁾ <i>Safety oriented behaviour¹⁸⁾</i>	W zachowaniu operatora często widoczne są braki w szkoleniu i pewna nonszalancja w zachowaniu (w obszarze przepisów bhp). Często nie zauważa się trwale wdrożonych u operatora zachowań prozbepiecznych. <i>Operators' behaviour often shows training shortcomings and careless behaviour (as regards the industrial safety rules). Operators often have not permanent safety oriented habits.</i>

Table 2 presents features relevant to the activity of the machine designer (features 1–3).

Table 3 presents the features relevant to the activity of the employer (as a machine user) – features 4–15.

Table 4 presents the features relevant to the activity of the machine operator (as the machine user) – features 16–20.

Is the risk (of an accident) incorporating the 20 features considered here (1–20) acceptable? An answer to this question can be found by performing the procedure of professional risk assessment, e.g. according to the Risk Score method (Reference: "http://pl.wikipedia.org/wiki/Risk_score") or according to Standard PN-N-18002:2000, Systems of industrial safety management – general guidelines for professional risk assessment¹⁶⁾ [16].

The residual risk of the design and utilization is the final residual risk and is sometimes¹⁷⁾ **unacceptable**. The risk of accident is very high then and there is a high probability of an accident.

4. DYREKTYWA MASZYNOWA 2006/42 /WE [11, 12]

Znowelizowana Dyrektywa Maszynowa UE zacznie obowiązywać w Polsce od 29 grudnia 2009 roku.

Dyrektywa 2006/42/WE ma zastosowanie do następujących produktów: a) maszyny; b) wyposażenie wymienne; c) elementy bezpieczeństwa; d) osprzęt do podnoszenia; e) łańcuchy, liny i pasy; f) odłączalne urządzenia do mechanicznego przenoszenia napędu; g) maszyny nieukończone.

Wyłączenia z zakresu stosowania dyrektywy 2006/42/WE są następujące: 1. Elementy bezpieczeństwa przeznaczone do użytku jako części zamienne dostarczone przez producenta oryginalnej maszyny; 2. Urządzenia specjalne przeznaczone do użytku na terenie wesołych miasteczek lub parków rozrywki; 3. Maszyny specjalnie zaprojektowane lub oddane do użytku do celów jądrowych, mogące spowodować emisję radioaktywną; 4. Broń, w tym broń palna; 5. Środki transportu: ♦ ciągniki rolnicze i leśne, z wyłączeniem maszyn zamocowanych na tych pojazdach; ♦ pojazdy silnikowe i ich przyczepy, z wyłączeniem maszyn zamocowanych na tych pojazdach; ♦ pojazdy silnikowe dwu- lub trzykołowe, z wyłączeniem maszyn zamocowanych na tych pojazdach; ♦ pojazdy silnikowe przeznaczone wyłącznie do udziału w wyścigach; ♦ oraz środki transportu lotniczego, wodnego oraz kolejowego, z wyłączeniem maszyn zamocowanych na tych środkach transportu; 6. Statki pełnomorskie i pływające jednostki przybrzeżne oraz maszyny zainstalowane na takich statkach lub jednostkach; 7. Maszyny zaprojektowane i wykonane do zastosowań w wojsku i policji; 8. Maszyny zaprojektowane i wykonane do celów badawczych, do doraźnego użytku w laboratoriach; 9. Górnicze urządzenia wyciągowe; 10. Maszyny przeznaczone do przemieszczania artystów podczas przedstawień artystycznych; 11. Sprzęt elektryczny i elektroniczny w następujących dziedzinach: ♦ urządzenia gospodarstwa domowego przeznaczone do użytku domowego, ♦ sprzęt audiowizualny, ♦ sprzęt informatyczny, ♦ maszyny biurowe powszechnego użytku,

4. DIRECTIVE ON MACHINERY 2006/42/EC [11, 12]

The amended directive of the EU will come into force in Poland on December 29, 2009.

Directive 2006/42/EC is applicable to the following products: a) machines; b) exchangeable equipment; c) safety elements; d) lifting accessories; e) chains, ropes and belts; f) disconnect able devices for mechanical drive transmission; g) machines not yet completed.

Exclusions from the application of directive 2006/42/EC are as follows: 1. Safety elements to be used as spare parts supplied by the producer of the original machine; 2. Special devices to be used in amusement grounds of parks or entertainment; 3. Machines specially designed or used for nuclear purposes which can cause radioactive emission; 4. Weapons including fire weapons; 5. Means of transport: ♦ agricultural and forestry tractors except machines mounted on the vehicles; ♦ motor vehicles and their trailers except machines mounted on those vehicles; ♦ motor vehicles with two or three wheels except machines mounted on those vehicles; ♦ motor vehicles for racing use only; ♦ air, water and railway transport means except the machines mounted on those means; 6. Deep sea ships and coastal vessels as well as machines installed on such ships or vessels; 7. Machines designed and executed for military and police applications; 8. Machines designed and made for investigation purposes, for temporary use in laboratories; 9. Mining hoist devices; 10. Machines intended for relocation of artists during artistic performances; 11. Electric and electronic equipment in the following fields: ♦ household appliances intended for household use, ♦ audiovisual devices; ♦ hardware; ♦ office devices of common use, ♦ low voltage junction and control apparatus, ♦ electric motors; 12. High voltage electric equipment: ♦ junction apparatus and control apparatus, ♦ transformers.

aparatura rozdzielcza i aparatura sterownicza niskiego napięcia, ♦ silniki elektryczne; 12. Sprzęt elektryczny wysokiego napięcia: ♦ aparatura rozdzielcza i aparatura sterownicza, ♦ transformatory.

Podstawowe zmiany znowelizowanej dyrektywy 2006/42/WE w porównaniu z dyrektywą aktualnie obowiązującą 98/37/WE są następujące:

- ♦ doprecyzowanie zakresu stosowania,
- ♦ rozszerzenie zakresu stosowania,
- ♦ rezygnacja z dwóch procedur oceny zgodności polegających na przekazywaniu jednostce notyfikowanej dokumentacji do: – przechowywania; – oceny jej zgodności,
- ♦ wprowadzenie procedury pełnego zapewnienia jakości wg Zał. X,
- ♦ rozszerzenie lub skorygowanie niektórych wymagań zasadniczych,
- ♦ wprowadzenie nowych załączników oraz skorygowanie treści i numeracji pozostałych.

Ocena zgodności realizowana według dyrektywy 2006/42/WE przebiega następująco:

W przypadku, gdy maszyny ujęte w Załączniku IV (lub V) dyrektywy¹⁹⁾ (są to maszyny uznane za bardziej niebezpieczne dla użytkownika) oraz gdy maszyny nie zostały wyprodukowane zgodnie z odpowiednimi normami zharmonizowanymi typu C (są to normy dotyczące danej, konkretnej grupy maszyn np. pras hydraulicznych) lub spełniają je tylko częściowo (bądź zastosowane normy nie obejmują wszystkich wymagań zasadniczych dyrektywy), producent decyduje:

1) czy zastosować procedurę oceny **badanie typu WE** wg Zał. IX połączoną z kontrolą wewnętrzną wytwarzania maszyny wg Zał. VIII, pkt. 3,

2) czy zastosować procedurę pełnego zapewnienia jakości określoną w Zał. X dyrektywy.

Natomiast, gdy maszyny zostały zbudowane zgodnie z odpowiednimi normami zharmonizowanymi (typu C), a normy te obejmują wymagania zasadnicze dyrektywy, producent decyduje zgodnie z Dyrektywą Maszynową 2006/42/WE:

Essential modifications of the amended directive 2006/42/EC as compared to the directive valid so far, 98/37/EC, are as follows:

- ♦ *more precise definition of the scope of application,*
- ♦ *extended scope of application,*
- ♦ *deletion of two procedures of conformity assessment consisting in supplying the notified entity with documentation for: - storage; - assessment of its conformity,*
- ♦ *introduction of the procedure of full quality assurance acc. to Annex X,*
- ♦ *extension or correction of some basic requirements,*
- ♦ *introduction of new enclosures and correction of the contents and numbering of the others.*

Conformity assessment realized according to directive 2006/42/EC is performed as follows:

In case the machines mentioned in Annex IV (or V) of the directive¹⁹⁾ (those are machines considered most dangerous to the user) and if the machines have not been produced in accordance with the adequate harmonized standards of type C (those are standards concerning given, specific group of machines, e.g. hydraulic presses) or meet them only partially (or the standards applied do not include all the basic requirements of the instruction), the producer makes decisions:

*1) whether to apply the assessment procedure of **examination type EC** according to Annex IX including internal check of machine manufacturing acc. to Annex VIII, item 3,*

2) or to apply the procedure of full quality assurance defined in Annex X of the directive.

If the machines have been made in accordance with the appropriate harmonized standards (type C) and the standards include the principal requirements of the directive, the producer decides in accordance with the directive of machinery 2006/42/EC:

1) czy zastosować procedurę oceny zgodności połączoną z kontrolą wewnętrzną wytwarzania maszyny (wg Zał. VIII),

2) czy zastosować jedną z dwóch ww. procedur:

- procedurę pełnego zapewnienia jakości (Zał. X), lub
- procedurę badania typu WE (Zał. VIII).

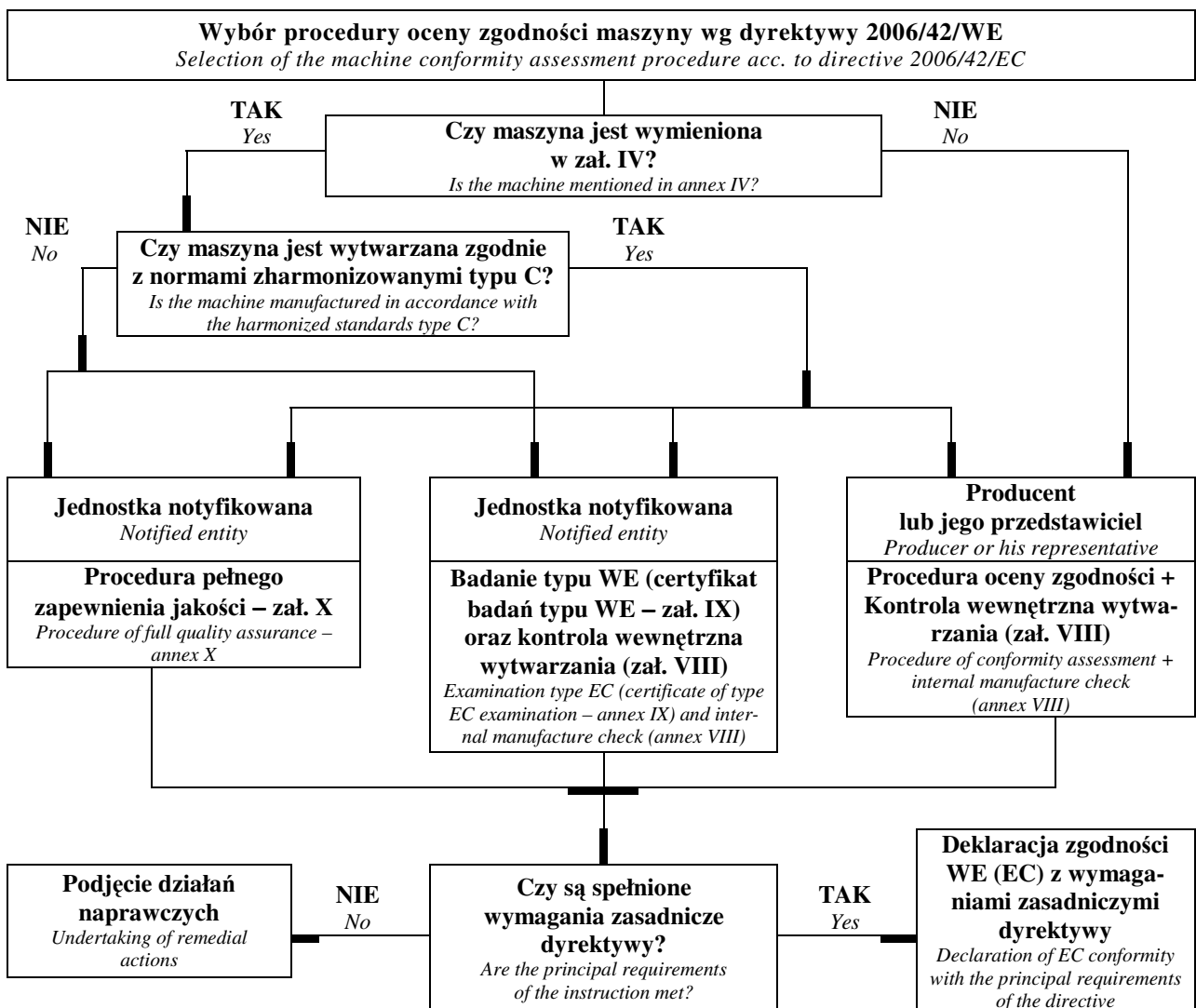
Realizację oceny zgodności według dyrektywy 2006/42/WE i rodzaje procedur przedstawiono schematycznie na rys. 3.

1) whether to apply the conformity assessment procedure including internal check of machine manufacturing (acc. to Annex VIII),

2) or to apply one of the two above mentioned procedures:

- the procedure of full quality assurance (Annex X) or
- the procedure of examination type EC (Annex VIII).

The realization of the conformity assessment procedure according to directive 2006/42/EC and the kinds of procedures are shown in fig. 3.



Rys. 3. Wybór rodzaju procedury oceny zgodności maszyny – według znowelizowanej dyrektywy maszynowej 2006/42/WE

Fig. 3. The selection of the kind of machine conformity assessment procedure according to the amended directive on machinery 2006/42/EC

Ważniejsze zmiany i uzupełnienia w zakresie wymagań zasadniczych określonych w dyrektywie 2006/42/WE w porównaniu z dyrektywą 98/37/WE:

◆ Rozszerzono wymagania dotyczące **oceny ryzyka**.

◆ Rozszerzono wymagania w obszarach:

– ergonomii (zał. I, pkt. 1.1.6),

– bezpieczeństwa i niezawodności układów sterowania (zał. I, pkt. 1.2.1; zaostrzono wymagania, zwiększono elastyczność w odniesieniu do pogorszenia sterowania),

– emisji promieniowania jonizującego i niejonizującego (zał. I, pkt. 1.5.10),

– emisji materiałów i substancji niebezpiecznych (zał. I, pkt. 1.5.13).

◆ Niektóre wymagania dotyczące np. stanowiska operatora (zał. I, pkt. 1.1.7), siedziska (zał. I, pkt. 1.1.8.), ochrony przed wyładowaniami atmosferycznymi, dotychczas odnoszące się do maszyn ruchomych i podnoszących, zostały przeniesione do części ogólnej załącznika I. W związku z tym wymagania te odnoszą się do wszystkich typów maszyn.

◆ Zwiększono wymagania pewności przymocowania osłon stałych.

◆ Umożliwiono ocenę poziomu hałasu przez porównanie danych dotyczących emisji hałasu i drgań z danymi podobnej maszyny.

◆ Wprowadzono wymaganie określania poziomu mocy akustycznej, jeśli poziom ciśnienia akustycznego na stanowisku pracy przekracza 80 dB(A). Dotychczas poziom ten wynosił 85 dB(A).

◆ Uzupełniono wymagania dotyczące *Instrukcji Obsługi* maszyny.

◆ Rozszerzono zakres wymagań dotyczących maszyn stosowanych w kontakcie z artykułami spożywczymi o maszyny stosowane w kontakcie z produktami farmaceutycznymi i kosmetycznymi. Uzupełniono zakres tych wymagań.

◆ Określono wymagania dotyczące przenośnych maszyn udarowych, maszyn montażowych i innych podnośników precyzyjnych oraz maszyn do podnoszenia ludzi obsługujących stałe przystanki.

Major modifications and amendments of the principal requirements stated in directive 2006/42/EC as compared with directive 98/37/EC:

◆ *Expanded requirements for risk assessment.*

◆ *Expanded demands in the areas of:*

– *ergonomics (annex I, item 1.1.6),*

– *safety and reliability of control systems (annex I, item 1.2.1; stricter requirements, more elasticity concerning control deterioration),*

– *emission of ionizing and non-ionizing radiation (annex I, item 1.5.10),*

– *emission of dangerous materials and substances (annex I, item 1.5.13).*

◆ *Some requirements, e.g. concerning the operator's stand (annex I, item 1.1.7), seat (annex I, item 1.1.8), protection against atmospheric discharges, so far concerning mobile and lifting machines, have been relocated to the general part of annex I. Consequently, those requirements are applicable to all types of machines.*

◆ *Requirements concerning the reliability of fixed shield fastening are higher.*

◆ *Noise level assessment by comparison of the data concerning noise emission and vibration data to those of a similar machine.*

◆ *The requirement of defining the level of acoustic power has been introduced if the acoustic pressure on the working stand exceeds 80 dB(A). So far this level was 85 dB(A).*

◆ *The requirements concerning the Operation Manual of the machine have been completed.*

◆ *The scope of requirements concerning machines used in contact with food has been extended to include machines used in contact with pharmaceutical and cosmetic products. The scope of those requirements has been completed.*

◆ *Requirements concerning mobile impact machines, assembling machines and other precision hoists, as well as machines with fixed stops for lifting people have been defined.*

Ważniejsze zmiany i uzupełnienia w załącznikach do Dyrektywy 2006/42/WE:

Załącznik III – Oznakowanie CE. Oznakowanie musi być umieszczone (przy użyciu tej samej techniki) w bezpośredniej bliskości nazwy producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela. W przypadku zastosowania procedury pełnego zapewnienia jakości (Załącznik X), po oznakowaniu CE umieszczany jest numer jednostki notyfikowanej.

Załącznik IX – Badanie typu WE. Na producencie danej maszyny spoczywa stały obowiązek zapewnienia, że maszyna ta odpowiada aktualnemu stanowi wiedzy technicznej. Co pięć lat producent składa jednostce notyfikowanej wniosek o przeprowadzenie przeglądu ważności certyfikatu *Badania typu WE*. Jednostka notyfikowana odnawia certyfikat na kolejne pięć lat, jeżeli stwierdzi, że pozostaje on ważny, uwzględniając aktualny stan wiedzy technicznej. W przypadku, gdy ważność certyfikatu *Badania typu WE* nie została odnowiona, producent zaprzestaje wprowadzania do obrotu danej maszyny.

5. OCENA RYZYKA PROJEKTOWANEJ MASZINY

Znowelizowana Dyrektywa Maszynowa 2006/42/WE wprowadza w Polsce od 29 grudnia 2009 roku obligatoryjne wymaganie dla projektanta (konstruktora) maszyny, zobowiązujące go do przeprowadzenia **oceny ryzyka**, na etapie konstruowania maszyny. Ocena ta winna być udokumentowana, a dokumenty te będą częścią dokumentacji technicznej maszyny.

Odpowiedni zapis dyrektywy 2006/42/WE brzmi następująco: „Producent maszyny lub jego upoważniony przedstawiciel musi zapewnić przeprowadzenie oceny ryzyka w celu określenia wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa, które mają zastosowanie do maszyny; zatem maszyna musi być zaprojektowana i wykonana z uwzględnieniem wyników oceny ryzyka”.

Wymaga się stworzenia dokumentacji z oceny ryzyka.

Major modifications and completions in the annexes to directive 2006/42/EC:

Annex III – CE marking. The mark must be placed (with the use of the same technique) close to the name of the producer or his authorized representative. If the procedure of full quality assurance is applied (Annex X), the CE mark is followed by the number of the notified entity.

Annex IX - Examination type EC. The producer of a machine is responsible for assuring that the machine corresponds to the present state of technical knowledge. Every five years, the producer applies to the notified entity for an inspection of the validity of the EC type examination certificate. The notified entity extends the certificate validity for the next five years. If the validity of the EC type examination certificate has not been extended, the producer stops introducing the machine to the market.

5. ESTIMATION OF THE DESIGNED MACHINE RISK

The amended Machine Directive 2006/42/EC introduces an obligatory requirement for the machine designer. From December 29, 2009. He is supposed to perform **risk assessment** at the stage of designing the machine. The assessment should be documented and the documents will be a part of the technical documentation of the machine.

The corresponding text of the 2006/42/EC directive reads as follows: “The machine producer or his authorized representative must make sure that risk assessment is performed in order to determine the requirements in respect of protection of health and safety applicable to the machine: consequently, the machine must be designed with the consideration of the results of the risk assessment.”

Documentation of the risk assessment is required.

Aby projektantowi (producentowi) maszyny dać narzędzie do wykonania oceny ryzyka i udokumentowania tego działania – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (CIOP-PIB Warszawa)²⁰, przy współpracy Instytutu Techniki Górniczej KOMAG (Katowice), Instytutu Zaawansowanych Technologii Wytwarzania IZTW (Kraków), Instytutu Odlewnictwa IOD (Kraków), Instytutu Obróbki Plastycznej INOP (Poznań)²¹, Centralnego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Opakowań COBRO (Warszawa) i Fundacji Partnerstwa Technologicznego *Technology Partners* (Warszawa) – opracował specjalny program komputerowy PRO-M „Komputerowe Narzędzie Wspierające Ocenę Ryzyka w Procesie Projektowania Maszyn” [4, 5, 6, 7, 13]²².

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OCENY RYZYKA [13]:

- ◆ Ocena ryzyka jest ciągiem działań mających na celu określenie ryzyka związanego z obsługą maszyn.

- ◆ Przy prowadzeniu oceny ryzyka szczególną uwagę należy zwracać na systematyczność działań oraz ich udokumentowanie.

- ◆ Podstawowe zasady prowadzenia i dokumentowania oceny ryzyka są przedstawione w normie PN-EN ISO 14121-1:2008 [3].

DOKUMENTACJA OCENY RYZYKA POWINNA ZAWIERAĆ [13]:

- ◆ Dane identyfikujące maszynę.
- ◆ Założenia dotyczące działania maszyny.
- ◆ Opisy zidentyfikowanych zagrożeń i sytuacji zagrożenia.

- ◆ Opisy środków ograniczania ryzyka zastosowanych w kolejnych etapach projektowania.

- ◆ Informacje o ryzyku resztkowym (finalnym ryzyku resztkowym).

STRUKTURA OPROGRAMOWANIA PRO-M [13]:

- ◆ Moduł główny (narzędzie zarządzania procesem oceny ryzyka).

- ◆ Moduły szczegółowe dotyczące zagrożeń: mechanicznych, elektrycznych, związanych z niesprawnością systemu sterowania, hałasem, wybuchem, biomechanicznymi, pyłowych.

In order to provide the designer (producer) with a tool for the estimation of risk and documenting it, the Central Institute of Labour Protection (CIOP-PIB Warszawa)²⁰, in cooperation with the Institute of Mining Technique, KOMAG (Katowice), the Institute of Advanced Manufacturing Technologies, IZTW (Kraków), the Institute of Casting (Kraków) the Metal Forming Institute, INOP (Poznań)²¹, the Research and Development Centre of Packing, COBRO (Warszawa) and the Foundation of Technology Partners (Warszawa), has prepared a special software, PRO-M, “A Computer Tool Aiding the Risk Assessment in the Process of Designing Machines” [4, 5, 6, 7, 13]²².

GENERAL PRINCIPLES OF RISK ESTIMATION [13]:

- ◆ Risk assessment is a set of actions aiming at the determination of risk inherent in the service of machines.

- ◆ When assessment risk, special attention should be paid to systematic actions and their documenting.

- ◆ The basic principles of performing and documenting risk assessment are presented in the standard, PN-EN ISO 14121-1:2008 [3].

THE DOCUMENTATION OF RISK ASSESSMENT SHOULD CONTAIN [13]:

- ◆ Machine identification data.
- ◆ Assumptions concerning the machine operation.

- ◆ Descriptions of identified hazards and hazardous situations.

- ◆ Descriptions of risk reduction means applied at the individual stages of designing.

- ◆ Information on residual risk (final residual risk).

STRUCTURE OF PRO-M SOFTWARE [13]:

- ◆ The main module (a tool for managing the risk assessment process).

- ◆ Detail modules concerning risks of the following kinds: mechanical, electrical, related to the control system failure, noise, explosion, biomechanical, dust.

Moduły określają sposób postępowania podczas oceny ryzyka związanego z tymi zagrożeniami oraz generują dokumentację tej oceny. Strukturę programu PRO-M przedstawiono na rys. 4.

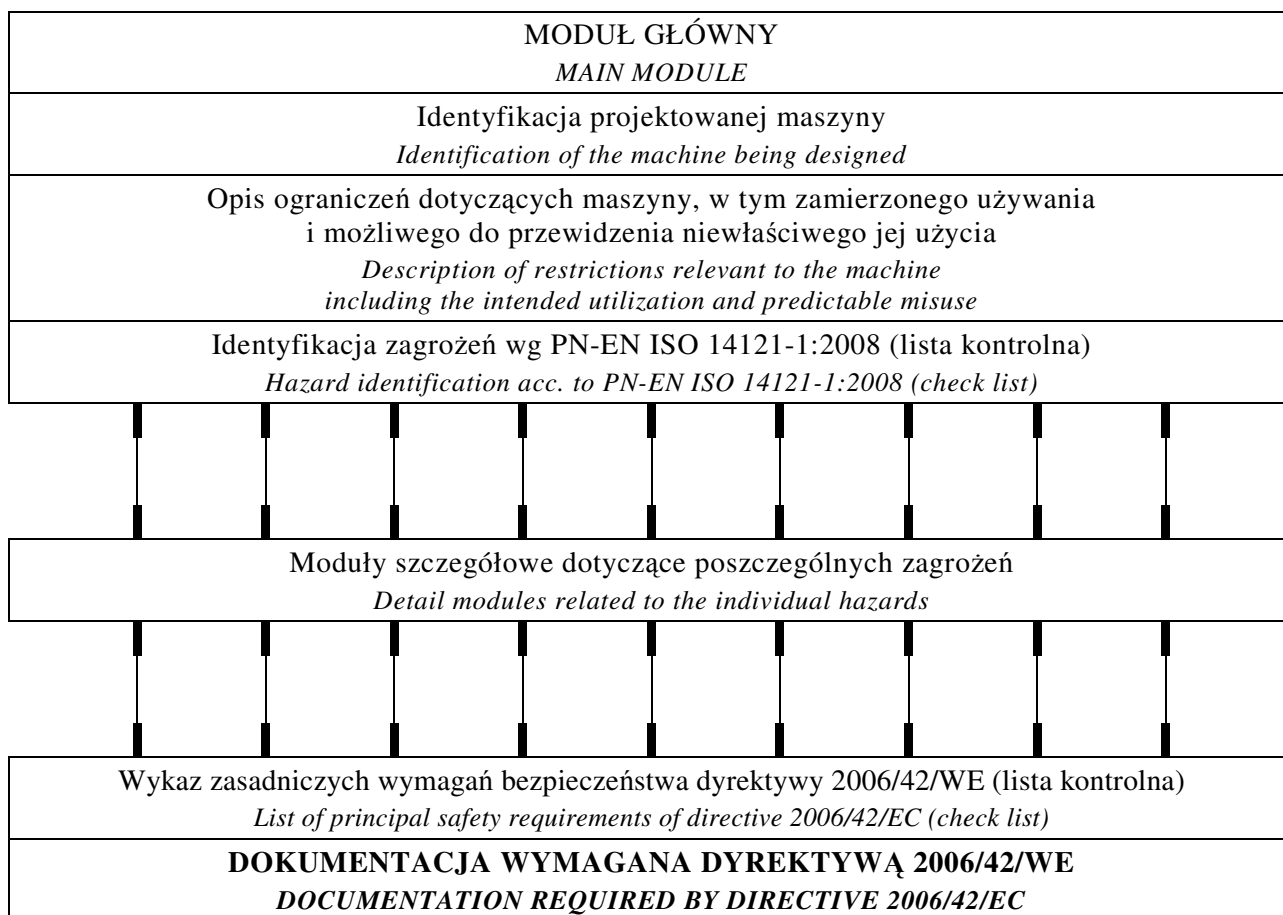
Program jest wyposażony w bazy danych dotyczących poszczególnych zagrożeń. Bazy te zawierają wykazy norm, przykłady środków ograniczania zagrożeń, przydatne dane dotyczące różnego rodzaju elementów i podzespołów (np. niezawodnościowe, emisja hałasu, rodzaje pyłów, itp.). Bazy danych mogą być uzupełniane przez użytkownika własnymi danymi pozyskiwanymi w miarę nabywania doświadczenia.

Program został opracowany przede wszystkim z przeznaczeniem do obsługi wielostanowiskowej. Przewiduje się możliwość obsługi poszczególnych modułów zarówno przez różne osoby, jak i przez jedną osobę.

The modules determine the mode of proceeding when estimating the risk related to those hazards and generate the documentation of the assessment. The structure of PRO-M software is shown in fig. 4.

The software is provided with data bases concerning the individual hazards. The bases contain list of standards, examples of hazard reduction means, useful data concerning various kinds of elements, and sub-assemblies, e.g. reliability data, noise emission, kinds of dust, etc.). The data bases can be completed by the user as he gains more and more experience.

The software has been elaborated mainly for multistand service. Possibility of individual modules being served by various persons as well as by one person is foreseen.



Rys. 4. Struktura oprogramowania PRO-M [13]

Fig. 4. Structure of PRO-M software [13]

UŻYTKOWNIKAMI PROGRAMU PRO-M SĄ [13]:

◆ **Główny projektant.** Tworzy i edytuje projekt, zarządza oceną ryzyka z poziomu modułu głównego, przeprowadza wstępną identyfikację zagrożeń, nadaje uprawnienia pozostałym osobom uczestniczącym w projekcie, tworzy ostateczną dokumentację z oceny ryzyka.

◆ **Projektant.** Ma uprawnienia dostępu do modułu (zagrożenia) wskazanego przez głównego projektanta, przeprowadza ocenę ryzyka w ramach danego modułu, tworzy dokumentację z przeprowadzonej oceny oraz przekazuje wyniki końcowe do modułu głównego. Nabywa uprawnienia głównego projektanta w projekcie, który sam utworzył.

◆ **Walidator.** Ma uprawnienia dostępu do modułu wskazanego przez administratora programu (posiada uprawnienia do zagrożeń związanych z niesprawnością systemu sterowania), przeprowadza walidację projektu i sprawdza dokumentację wytworzoną przez projektanta.

◆ **Administrator.** Zarządza systemem, tworzy listę użytkowników systemu, nadaje uprawnienia, konfiguruje system, zarządza projektami (kontroluje stan realizacji, archiwizuje projekty zakończone), aktualizuje dane administracyjne. Funkcję tę powinna sprawować osoba odpowiedzialna za przygotowanie deklaracji zgodności, np. kierownik zespołu projektantów.

◆ **Edytor baz danych.** Ma uprawnienia do modyfikacji i uzupełniania baz danych.

KORZYŚCI Z ZASTOSOWANIA PROGRAMU PRO-M [13]:

◆ Wykazanie, że zastosowano wszelkie dostępne środki w celu zredukowania ryzyka związanego z obsługą maszyny.

◆ Udokumentowanie tego poprzez sporządzenie wymaganej przez *Dyrektywę maszynową* dokumentacji z oceny ryzyka pokazującej zastosowaną procedurę:

– wykaz zasadniczych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa, które mają zastosowanie do maszyny;

– opis środków zapobiegawczych wdrożonych w celu wyeliminowania rozpoznanych zagrożeń lub zmniejszenia ryzyka oraz, w stosownych przypadkach, wskazanie ryzyka resztkowego związanego z maszyną.

THE USERS OF PRO-M SOFTWARE ARE [13]:

◆ **The chief designer.** He creates and edits the design, manages the risk assessment from the level of the main module, initially identifies the hazards within the specific module, gives authorizations to the other persons involved in the project (design), creates the ultimate documentation of the risk assessment.

◆ **Designer.** He has the access to the module (hazard) indicated by the chief designer, assesses the risk within the given module, creates documentation of the assessment performed and transfers the results to the main module. He gets the authorization of the main designer in the project he had created himself.

◆ **Validator.** He has the access to the module indicated by the program administrator (he is authorized to hazards related to the control system failure or malfunction), performs validation of the project and checks the documentation generated by the designer.

◆ **Administrator.** He manages the system, creates a list of the system users, gives authorization, configures the system, manages the projects (monitors the state of realization, makes archives of completed projects), updates administrative data. This function should be performed by a person who is responsible for the preparation of the declaration of conformity, e.g. the manager of a team of designers.

◆ **Editor of data bases.** He is authorized to modify and complete data bases.

ADVANTAGES OF THE APPLICATION OF PRO-M SOFTWARE [13]:

◆ *Demonstration that all the available means have been used to reduce the risk related to the operation of the machine.*

◆ *Documenting it by preparation of documentation of risk assessment as required by the Machine Directive, showing the procedure applied:*

– *list of the principal requirements relevant to health protection and safety applicable to the machine;*

Dokumentacja z oceny ryzyka stanowi część dokumentacji maszyny.

6. PODSUMOWANIE

Podstawą działania Komisji Europejskiej UE, państw członkowskich (jako twórców prawa), projektantów maszyn i użytkowników maszyn (w działaniu pracodawcy i w działaniu operatora) powinna być i jest TROSKA o życie i zdrowie użytkowników maszyn.

W niniejszym artykule omówiono strukturę i znaczenie podstawowego aktu prawnego jakim jest znowelizowana Dyrektywa Maszynowa 2006/42/WE, w porównaniu z Dyrektywą 98/37/WE.

Omówiono także program komputerowy PRO-M, służący do przeprowadzenia i udokumentowania oceny ryzyka projektowanej maszyny. Ocena ryzyka jest podstawą zaprojektowania i wykonania maszyny bezpiecznej w użytkowaniu z uwzględnieniem współczesnych osiągnięć nauki i techniki.

W artykule omówiono ponadto wszystkie działania i cechy mające wpływ na zmniejszenie ryzyka resztkowego finalnego, na które ma wpływ producent maszyny i użytkownik maszyny (zarówno jako pracodawca jak i jako operator maszyny).

Analiza tych cech pozwala przeanalizować także każdy wypadek przy pracy, ustalić jego przyczyny oraz wyciągnąć wnioski i podjąć działania naprawcze.

Rozpatrywany system i struktura projektowania maszyny bezpiecznej w użytkowaniu i bezpiecznego użytkowania maszyny są zgodne ze współczesną **filozofią** ograniczania lub minimalizowania wypadków przy pracy, określoną w trzech podstawowych normach PN-EN ISO 12100-1:2005 [1], PN-EN ISO 12100-2:2005 [2] i PN-EN ISO 14121-1:2008 [3].

– description of precautions taken in order eliminate the recognized hazards and, in justified cases, indication of residual risk related to the machine.

Documentation of the risk assessment is a part of the machine documentation.

6. SUMMARY

The most important thing in the activity of European Commission of the EU, member countries (as creators of law), machine designers and machine users (in the employer's activity and in that of the operator) should be and is CARE for the life and health of the machine users.

The present paper discusses the structure and significance of the fundamental legal act known as the amended Machine Directive 2006/42/EC as compared to Directive 98/37/EC.

PRO-M software, intended for performing and documenting the risk assessment of a machine being designed, has also been discussed. Risk assessment is of crucial importance for designing and manufacturing a machine, safe in utilization, incorporating the contemporary achievements of science and technology.

Furthermore, the paper discusses all the actions and features relevant to the reduction of final residual risk influenced by the machine producer and its user (both as an employer and as the machine operator).

Consideration of those features allows us to analyze each accident in work, find its causes, draw conclusions and undertake remedial actions.

The system under consideration, as well as the structure of designing a machine to be safe in use and safe utilization of the machine are in conformity with the contemporary philosophy of minimizing or reduction accidents determined in three basic standards, PN-EN ISO 12100-1:2005 [1], PN-EN ISO 12100-2:2005 [2] and PN-EN ISO 14121-1:2008 [3].

PRZYPISY

¹⁾ Dane o bezpieczeństwie i ergonomii w konstrukcji zawiera literatura (książki, czasopisma, internet), normy, przepisy prawa. Dane o bezpieczeństwie i ergonomii w użytkowaniu w zasadzie nie są zawarte w normach.

²⁾ Zasadę tę sformułowano m.in. w PN-EN ISO 12100-1:2005. W punkcie 5.1.1 normy zapisano: „Zakłada się, że zagrożenie istniejące w maszynie prędzej lub później spowoduje powstanie szkody, jeżeli nie zostanie zastosowany środek ochronny”. W punkcie 5.1.2 normy zapisano: „Środki ochronne są kombinacją środków zastosowanych przez konstruktora i użytkownika. Środki które można zastosować w fazie konstruowania są uprzywilejowane i najczęściej bardziej skuteczne od środków wprowadzonych do stosowania przez użytkownika”.

³⁾ A takie działania mają miejsce. Np. z powodu dążenia do minimalizacji kosztów wytwarzania dopuszcza się niebezpieczny sposób pracy – w rodzaju sterowania pedałem przy użytkowaniu na prasie tłoczniaka otwartego.

⁴⁾ Artykuł 226 Kodeksu pracy [15] zawiera treść: „Pracodawca jest obowiązany informować pracowników o ryzyku zawodowym, które wiąże się z wykonywaną pracą oraz o zasadach ochrony przed zagrożeniami”. Ten przepis prawny obowiązuje od 1 stycznia 2004 roku.

⁵⁾ Dyrektywę 89/655/EEG, określającą **minimalne wymagania bezpieczeństwa** w zakresie użytkowania (starych) maszyn, wprowadzono do polskiego prawa w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki [14].

⁶⁾ Organizacja i zarządzanie oraz nadzór – w tych obszarach można umieścić takie działania jak: zapewnienie *Instrukcji obsługi* (DTR) w języku polskim, zapewnienie poprawnej instrukcji stanowiskowej bhp dotyczącej danej maszyny. W DTR maszyny są zapisy zakazu wkładania rąk w strefę niebezpieczną pracy maszyny. W DTR prasy są np. zapisy zakazujące sterowania pedałem w przypadku pracy na tłocznikach otwartych. W DTR prasy jest także zalecenie, by przy regulacji tłoczniaka lub prasy wyłączyć silnik napędu głównego; jest tam nakaz zabezpieczenia suwaka prasy przed opadnięciem, itd.

⁷⁾ Gospodarkę remontową (z remontem może być kojarzona modernizacja maszyny) najczęściej realizują przedsiębiorstwa zewnętrzne. Tak pracuje większość polskich przedsiębiorstw.

⁸⁾ Bardzo rzadko w polskich przedsiębiorstwach spotyka się takie procedury. Nie łatwo je napisać, trzeba także wziąć odpowiedzialność za napisane słowa. Tymczasem sztuka poprawnego użytkowania maszyn wymaga **procedur bezpiecznej pracy**. Praktyka pracy na prasach pokazuje, że zdarzają się sytuacje podejmowania prac sposobami niebezpiecznymi. Rzecz w tym, by zgadzający się na wykonanie takiej pracy operator był świadomy zagrożeń i świadomy, że stosuje niedozwolony sposób pracy (np. sterowanie pedałem przy zastosowaniu wykrojnika otwartego). Gdy operator otrzyma polecenie pracy dla niego niebezpiecznej, może odmówić wykonania takiej pracy (W Kodeksie pracy [15] obowiązki pracodawcy zawarto w art. 207–209 oraz 212. Obowiązki dotyczące operatora

REFERENCES

¹⁾ *Data on safety and ergonomics in design can be found in literature (books, periodicals, internet), standards, legal regulations. Data on safety and ergonomics in utilizations are not included in standards.*

²⁾ *The principle has been formulated, among others, in PN-EN ISO 12100-1:2005. item 5.1.1 of the standard reads: “It is assumed that a hazard existing in a machine will sooner or later cause damage unless protective means is applied” Item 5.1.2 of the standard reads: “Protective means are a combination of those applied by the designer and those applied by the user. The means applied at the stage of designer have priority and, in most cases more effective than the means introduced by the user”.*

³⁾ *Such actions do take place. For example, in order to minimize manufacturing costs, dangerous mode of work is admitted – such as control by a pedal when using an open die on a press.*

⁴⁾ *Article 226 of the Code of Labour [15] stipulates: “The employer is obliged to inform his employees about the professional risk related to the work in which they are involved and about the principles of protection against hazards.” This regulation has been valid since January 1, 2004.*

⁵⁾ *Directive 89/655/EEC determining the **minimum safety requirements** concerning the utilization of (old) machines has been introduced to polish law by the decree of the Minister of Economy [14].*

⁶⁾ *Organisation and management, as well as supervision – actions which can be placed in those areas are: provision of an Operation Manual in polish language, provision of a correct working stand safety instruction for the specific machine. In the Operation Manual of the machine, there are prohibitions of putting one’s hands into the dangerous zone of the machine work. In the press Operation Manual, there are prohibitions of pedal control in case of work on open dies. In the press Operation Manual, it is also recommended to switch off the main drive motor when adjusting the die or the press, it is also said that the press ram must be blocked against dropping, etc.*

⁷⁾ *Overhaul policy (overhaul can be combined with machine modernization) is most often realized by external firms. Most Polish enterprises function in this way.*

⁸⁾ *Such procedures are very seldom encountered in Polish enterprises. They are not easy to write, one must also take responsibility for the written words. But correct utilization of machines requires **procedures of safe work**. The practice of working on presses shows that work is often performed in dangerous ways. The point is that the operator who agrees to do such work should be conscious of the hazards and conscious that he is applying an inadmissible way of working (e.g. pedal control while working on an open punching die). When an operator is told to do work which is dangerous to him, he can refuse to do such work (In the Labour Code [15], obligation of the employer are described in Articles 207–209 and 212). Obligations concer-*

zawarto w art. 210–211. **Art. 210 Kodeksu pracy:** „§ 1. W razie gdy warunki pracy nie odpowiadają przepisom bezpieczeństwa i higieny pracy i stwarzają bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia lub życia pracownika albo gdy wykonywana przez niego praca grozi takim niebezpieczeństwem innym osobom, pracownik ma prawo powstrzymać się od wykonywania pracy, zawiadamiając o tym niezwłocznie przełożonego”). Potrzebne są więc instrukcje: np. zachowań w sytuacjach awaryjnych; np. pracy z dużymi i ciężkimi detalami (operator podtrzymując duży i ciężki detal – nie może korzystać z oburęcznego sterowania prasą); np. pracy z wyłoczkami źle ustawiającymi się w przyrządzie (potrzeba dociśnięcia wyłoczki palcem do zderzaka); np. pracy przy okrawaniu na prostym otwartym okrojniku układów wlewowych odlewów aluminiowych trzymany przez operatora w rękach.

⁹⁾ Zastosowana lista osób uprawnionych przez pracodawcę do obsługi i ustawiania pras mimośrodowych – może być uznana i zaliczona do swego rodzaju systemu zezwoleń przystąpienia do pracy. Jest to jedno z działań probezpiecznych ze strony pracodawcy.

¹⁰⁾ Jest to bolączka wielu polskich przedsiębiorstw. Ich służby utrzymania ruchu są szczątkowe. Ewidencja przeglądów, awarii, napraw, remontów – nie jest prowadzona, albo jest prowadzona szczątkowo i mało dokładnie. Maszyna pracuje do czasu awarii – wtedy przywoływane jest przedsiębiorstwo zewnętrzne, które dokonuje naprawy. Zakres naprawy można po czasie zidentyfikować jedynie z rachunków wystawionych za naprawę.

¹¹⁾ Należą do nich m.in. wyposażenie do zatrzymania awaryjnego, wyposażenie do ewakuacji osób z miejsc stwarzających zagrożenie, urządzenia do odłączania i rozpraszania energii, urządzenia zapewniające bezpieczny dostęp do maszyn, środki do utrzymania stateczności maszyn i ich elementów.

¹²⁾ Operator często stosuje ochronniki słuchu. Ten środek ochronny chroni słuch, jednak utrudnia komunikację między operatorem a osobami z nadzoru.

¹³⁾ Zwykle do szkoleń wiele uwag wnosi strona poszkodowanego (w wypadku). Szkolenia często mają charakter ustny, w hali pracujących maszyn (trudny kontakt, komunikacja – przy hałasie na hali i stosowaniu ochronników słuchu). Zachowaniom probezpiecznym pracodawcy powinny towarzyszyć właściwe szkolenia. Zadaniem systemu szkoleń jest wytworzenie nastawienia na działania wyprzedzające wypadki i zagrożenia. Konsultanci z zewnątrz powinni szkolić kierownictwo i wyższy dozór, a ci – pracowników.

¹⁴⁾ Przedsiębiorstwo powinno prowadzić właściwy system motywacyjny i właściwy system komunikowania się (informowania). Motywacją w tym przypadku ma być przede wszystkim bezpieczeństwo, a nie względy materialne. Oprócz utrzymania wysokiej dyscypliny pracy należy rozszerzyć system stosowanych motywacji i poprawić sposób kontaktowania się z pracownikami. Motywacją może być preferowanie bezpiecznych zachowań poprzez np. pochwały, zwiększenie zaufania, kontaktowanie się w miejscu pracy (spotkania z pracownikami i rozmowy na temat bezpieczeństwa), organizowanie konkursów i quizów. Stwierdzono, że skuteczną

ning the operator can be found in articles 210 – 211. **Article 210 of the Code of Labour:** “§1. In case the conditions of work do not correspond to the rules of industrial safety and create direct hazard to the employee’s health or life or in case the work he does brings such danger to other persons, the employee has the right to abstain from work, immediately notifying his superior about it.”). Therefore, there is a necessity of instructions for: behaviour in emergency situations, e.g. for work with large and heavy details (an operator, supporting a large heavy detail cannot perform bimanual press control); e.g. for work with draw pieces wrongly positioning in the device (necessity to press the draw piece to the bumper with a finger); e.g. for trimming of gate assemblies of aluminium castings held in the operator’s hands on a simple open trimming die.

⁹⁾ The list of persons authorized can be included in a kind of system of work permissions. It is one of the employer’s safety oriented actions.

¹⁰⁾ It is a weak point of many polish enterprises. Their services of operation maintenance are almost none. The record of inspections, failures, repairs, overhauls - is not conducted or is not sufficiently accurate. A machine works to the point of failure – then an external enterprise is called to perform the necessary repair. The scope of the repair can be later identified only on the basis of the bills for the repair.

¹¹⁾ They include, among others, equipment for emergency stopping, equipment for evacuation of people from hazardous places, devices for disconnecting and dissipating energy, devices providing safe access to machines, means for maintaining stability of machines and their elements.

¹²⁾ Operators often use hearing protectors. This protective means protects hearing, but makes communication between the operator and the supervision difficult.

¹³⁾ Usually, many remarks are brought to training by the person(s) who had incurred injury or damage (in an accident). Training are often performed in an oral way, in a room of running machines (difficult contact, communication with noise in the room and hearing protectors in use) Safety oriented behaviour of the employer should be accompanied by adequate training sessions. The task of the system of training is to create the will of action before accident or hazards occur. Consultants from outside should train the management and supervising staff and those should train the employees.

¹⁴⁾ The enterprise should have an adequate motivation system and an adequate system of communication (information). The motivation, in this case, is to be first of all, safety, not economical reasons. In addition to maintaining high working discipline, the system of motivation should be extended and the way of communication with the employees should be improved. Motivation can be preferring safe behaviour, by, praising, more trust, contacting at the place of work (meetings with the employees and conversations about safety), organizing of competitions and quizzes.

formą motywowania jest obdarzenie zwiększonym zaufaniem, manifestowanie przez dozór swego zaangażowania w sprawy bezpieczeństwa, symboliczne nagrody itp. Uważa się, że postaw probezpiecznych nie da się kupić.

¹⁵⁾ Zachowaniom probezpiecznym pracodawcy (dbałość o stan bhp) powinna towarzyszyć ocena ryzyka na stanowiskach pracy (i doprowadzenie go do poziomu akceptowalnego). Patrz przypis 4.

¹⁶⁾ Jako uzupełniającą można podać normę PN-N-18001:2004 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – Wymagania.

¹⁷⁾ Czy ryzyko jest akceptowalne? Odpowiedź na to pytanie może dać przeprowadzenie procedury oceny ryzyka zawodowego, np. według metody *Risk Score* lub według normy PN-N-18002:2000 [16].

¹⁸⁾ Zauważa się regres w zachowaniach probezpiecznych operatorów. Jedną z głównych przyczyn tego stanu jest niedostateczne kształtowanie – już od najmłodszych lat – postaw skłaniających do bezpiecznych zachowań. Rozwijanie wiedzy o możliwych zagrożeniach w najbliższym otoczeniu, szkole, domu oraz kształtowanie właściwych wobec tych zagrożeń postaw jest jednym z najskuteczniejszych sposobów zapobiegania wypadkom już w wieku szkolnym, a później w środowisku pracy i życia.

¹⁹⁾ W Polsce funkcjonują dwa dokumenty z zapisami znowelizowanej dyrektywy maszynowej: dyrektywa oryginalna [12] i Rozporządzenie Ministra Gospodarki (wprowadzające postanowienia tej dyrektywy do polskiego prawa) – [11]. Powinny to być dokumenty tożsame, ale takimi nie są (występują różnice w tłumaczeniu z angielskiego tekstu oryginału). Zupełnie inna jest też struktura paragrafów (artykułów) i numeracja załączników. Utrudnia to posługiwanie się zapisami tego aktu prawnego. Autorzy niniejszego opracowania za lepszy uważają zapis oryginalny – i nim (np. w powoływaniu się na numery załączników) posługują się.

²⁰⁾ Kontakt: dr inż. Marek Dźwigarek, CIOP–PIB, 00-701 Warszawa, ul. Czerniakowska 16, tel. 022 623 46 35, E-mail: madzw@ciop.pl

²¹⁾ Kontakt: mgr inż. Andrzej Czekaj, INOP, 61-139 Poznań, ul. Jana Pawła II nr 14, tel. 061 657 05 55 w. 135, E-mail: czekaj@inop.poznan.pl

²²⁾ Program PRO–M jest aplikacją działającą pod systemem operacyjnym MS Windows, dostępna w wersji jednostanowiskowej lub w wersji sieciowej – do użytkowania w sieci komputerowej funkcjonującej w oparciu o protokół TCP/IP. Minimalna konfiguracja komputera to: Intel Pentium 4 (1 Ghz/512 MB RAM/HDD 1 GB) oraz rozdzielczość ekranu 1024×768 pikseli.

It has been found that an effective form of motivation is granting more trust, manifesting of the supervising staff's commitment to the matters of safety, symbolic awards, etc. It is thought that safety oriented attitudes cannot be bought.

¹⁵⁾ *The safety oriented behaviour of the employer (care for the state of industrial safety) should include risk assessment on the working stands and bringing the risk to an acceptable level). See reference 4.*

¹⁶⁾ *Standard PN-N-18001:2004 Systems of industrial safety management – Requirements, can be indicated as a complementary document.*

¹⁷⁾ *Is the risk acceptable? An answer to this question can be found by conducting the procedure of professional risk estimation, e.g. according to the Risk Score method or according to the standard, PN-N-18002:2000 [16].*

¹⁸⁾ *A regress can be observed in safety oriented behaviour of operators. One of the major reasons of it is insufficient formation (since the youngest age - of attitudes encouraging to safe behaviour. Developing the knowledge of possible hazards in the closest environment, in school, in the house and creating adequate attitudes to those hazards is one of the most effective ways to prevent accidents as early as at the school age and later in the environment of work and life.*

¹⁹⁾ *There are two documents with the amended directive on machinery: the original directive [12] and the decree of the Minister of Economy (introducing the provisions of the directive to Polish law) – [11]. These documents should be identical but they are not (there differences in the translation from the original English text). The structure of the paragraphs (articles) is also completely different and so is the numbering of enclosures. This makes it difficult to use the rules of that legal document. In the opinion of the authors of the present paper, the better version is the original one and they use it in, for example, in referring to the numbers of enclosures.*

²⁰⁾ *Contact; Mr Marek Dźwigarek, D.Sc.Eng, CIOP – PIB, 00-701 Warszawa, ul. Czerniakowska 16, phone 0 22 623 46 35; E-mail: madzw@ciop.pl.*

²¹⁾ *Contact: Mr Andrzej Czekaj, INOP, 61-139 Poznan, ul. Jana Pawła II nr 14, phone 0 61 657 05 55 ext 135, E-mail: czekaj@inop.poznan.pl.*

²²⁾ *PRO-M software is an application functioning under the operation system, MS Windows, available in one-stand version or in a network version – for use in a computer network functioning on the basis of protocol TCP/IP. Minimum configuration of the computer is: Intel Pentium 4 (1 Ghz/512 MB RAM/HDD 1GB) and the screen resolution 1024x768 pixels.*

LITERATURA/REFERENCES

- [1] PN-EN ISO 12100-1:2005 Bezpieczeństwo maszyn – Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania – Część 1: Podstawowa terminologia, metodyka.
- [2] PN-EN ISO 12100-2:2005 Bezpieczeństwo maszyn – Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania – Część 2: Zasady techniczne.
- [3] PN-EN ISO 14121-1:2008 Bezpieczeństwo maszyn -- Ocena ryzyka -- Część 1: Zasady (oryg.).

-
- [4] PRO-M Narzędzia metodyczne wspierające ocenę ryzyka w procesie projektowania maszyn. Raport merytoryczny. Pakiet zadaniowy PZ1: Opracowanie modeli narzędzi metodycznych do oceny ryzyka w procesie projektowania maszyny. Zadanie 1.1. Opracowanie ogólnej metodyki oceny ryzyka w procesie projektowania maszyn oraz dokumentowania oceny. Warszawa 2007.
 - [5] PRO-M Narzędzia metodyczne wspierające ocenę ryzyka w procesie projektowania maszyn. Raport merytoryczny. Warsztaty w Szczyrku (6–8 września 2007 roku) – Materiały robocze.
 - [6] PRO-M Narzędzia metodyczne wspierające ocenę ryzyka w procesie projektowania maszyn. Raport merytoryczny. Warsztaty w Teresinie (5–8 lutego 2008 roku) – Materiały robocze.
 - [7] PRO-M Narzędzia metodyczne wspierające ocenę ryzyka w procesie projektowania maszyn. Raport merytoryczny. Warsztaty w Parznie koło Bełchatowa (14–16 maja 20087 roku) – Materiały robocze.
 - [8] Praca Instytutu Obróbki Plastycznej nr SC 901 32 001,002,003/07/5049: Ocena ryzyka w projektowaniu maszyn. Poznań 2007.
 - [9] Praca Instytutu Obróbki Plastycznej nr SC 901 49 001,002,003/08/5069: Ocena ryzyka w projektowaniu maszyn. Poznań 2008.
 - [10] Ocena zgodności oraz certyfikacja wyrobów i usług. Praktyczny poradnik dla producentów i dystrybutorów. Zespół autorów pod redakcją M. Walczaka. Warszawa, Wydawnictwo Verlag Dashöfer 2001–2009 (wydawnictwo jest aktualizowane).
 - [11] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 roku w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn, Dziennik Ustaw, 2008, nr 199, poz. 1228.
 - [12] Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 roku w sprawie maszyn, zmieniająca dyrektywę 95/16WE (przekształcenie) – tekst mający znaczenia dla EOG. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej z 9.06.2006, L157/24–L157/86.
 - [13] PRO–M. Komputerowe narzędzie wspierające ocenę ryzyka w procesie projektowania maszyn (prospekty CIOP PIB prezentowane na Międzynarodowych Targach Poznańskich w czerwcu 2009 roku). Warszawa 2009.
 - [14] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 roku w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy, Dziennik Ustaw, 2002, nr 191, poz. 1596; zm. Dziennik Ustaw, 2003, nr 178, poz. 1745.
 - [15] Obwieszczenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 23 grudnia 1997 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Kodeks pracy. Dziennik Ustaw, 1998, nr 21, poz. 94. Tekst jednolity w druku Kancelarii Sejmu (D19980094Lj.pdf) z dnia 15.07.2009 roku [<http://isip.sejm.gov.pl>] liczącym 122 strony.
 - [16] PN-N-18002:2000 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.