

# Bezpieczeństwo maszyn (cz. II)

Bogdan Żółtowski

*...czego nie wiem, o to mnie głowa nie boli...*

## 1. Ryzyko w eksploatacji maszyn

Postawić można tezę, że do wypadków z udziałem maszyn będzie dochodziło zawsze, choćby stworzono najlepszy system bezpieczeństwa technicznego, organizacyjnego i prawnego. Wynika to z faktu, że wprowadzanie coraz nowocześniejszych zabezpieczeń dotyczących bezpieczeństwa maszyn powoduje u części operatorów wyrobienie nadmiernego poczucia bezpieczeństwa, rutyny i obniżenie ich czujności podczas pracy. Paradoksalnie więc wprowadzanie nowych systemów bezpieczeństwa maszyn może być przyczyną zwiększenia liczby wypadków. Potwierdza to analiza danych statystycznych dotyczących wypadków związanych z użytkowaniem i obsługą maszyn – najwięcej wypadków powodują sami operatorzy na skutek popełnianych błędów wynikających z ich niedoskonałości psychofizjologicznej, braku umiejętności, nieprzebrzegania przepisów bezpieczeństwa itp.

Postawienie powyższej tezy nie zwalnia jednak projektantów, producentów i eksploatorów od dążenia do ciągłej poprawy bezpiecznych warunków pracy z maszynami. Istotną wskazówką postępowania w tym kierunku jest analiza i ocena ryzyka maszynowego.

Zgodnie z zasadami bezpieczeństwa maszyn dokonuje się tego głównie na etapie projektowania i produkcji. Bez względu na to, czy produkuje się maszynę unikatową (prototypową), podobną czy też odtwórczą, należy wykorzystać informacje o zagrożeniach maszynowych wskazywanych przez eksploatorów maszyn, aby maksymalnie zminimalizować ryzyko maszynowe (rys. 1).

Proces oceny ryzyka winien być realizowany w dwóch etapach – w pierwszym należy określić ograniczenia dotyczące maszyny, zidentyfikować zagrożenia oraz oszacować ryzyko, a w drugim ocenić, czy ryzyko jest akceptowalne. Dla potrzeb oceny ryzyka można czynniki zagrożenia określić, wykorzystując arkusz pytań, którego fragment przedstawiono na rys. 2.

Określenie ograniczeń dotyczących maszyn polega na zebraniu informacji odnośnie do określonych faz życia maszyny, historii każdego wypadku i zdarzenia prawie wypadkowego lub pogorszenia stanu zdrowia operatora (dla podobnych maszyn lub warunków pracy), rodzaju pracy i procedur obsługi, miejsca eksploatacji (np. przemysłowe, amatorskie), wykszolenia eksploatorów, ekspozycji innych osób na zagrożenie, zasięgu pracy maszyny, wymaganej przestrzeni do użytkowania oraz obsługiwanie maszyny, wymagań związanych z zasilaniem, limitu czasu użytkowania (cała maszyna, podzespoły), zalecanych okresów międzyobsługowych i naprawczych, ograniczeń w użytkowaniu, czystości otoczenia itp.

Identyfikacja zagrożeń maszynowych powinna obejmować zagrożenia zarówno widoczne gołym okiem czy też stosunkowo łatwo identyfikowalne, pochodzące np. od poruszających

**Streszczenie:** Wybrane zagadnienia wykrywania i nadzorowania zmian stanu obiektów w systemie eksploatacji to zadania główne stosowane w obszarze kształtowania bezpieczeństwa zadaniowego obiektów technicznych. Umożliwiają one nadzorowanie zmian stanu degradacji maszyn, lokalizacji uszkodzeń i minimalizacji skutków uszkodzeń i zagrożeń bezpieczeństwa.

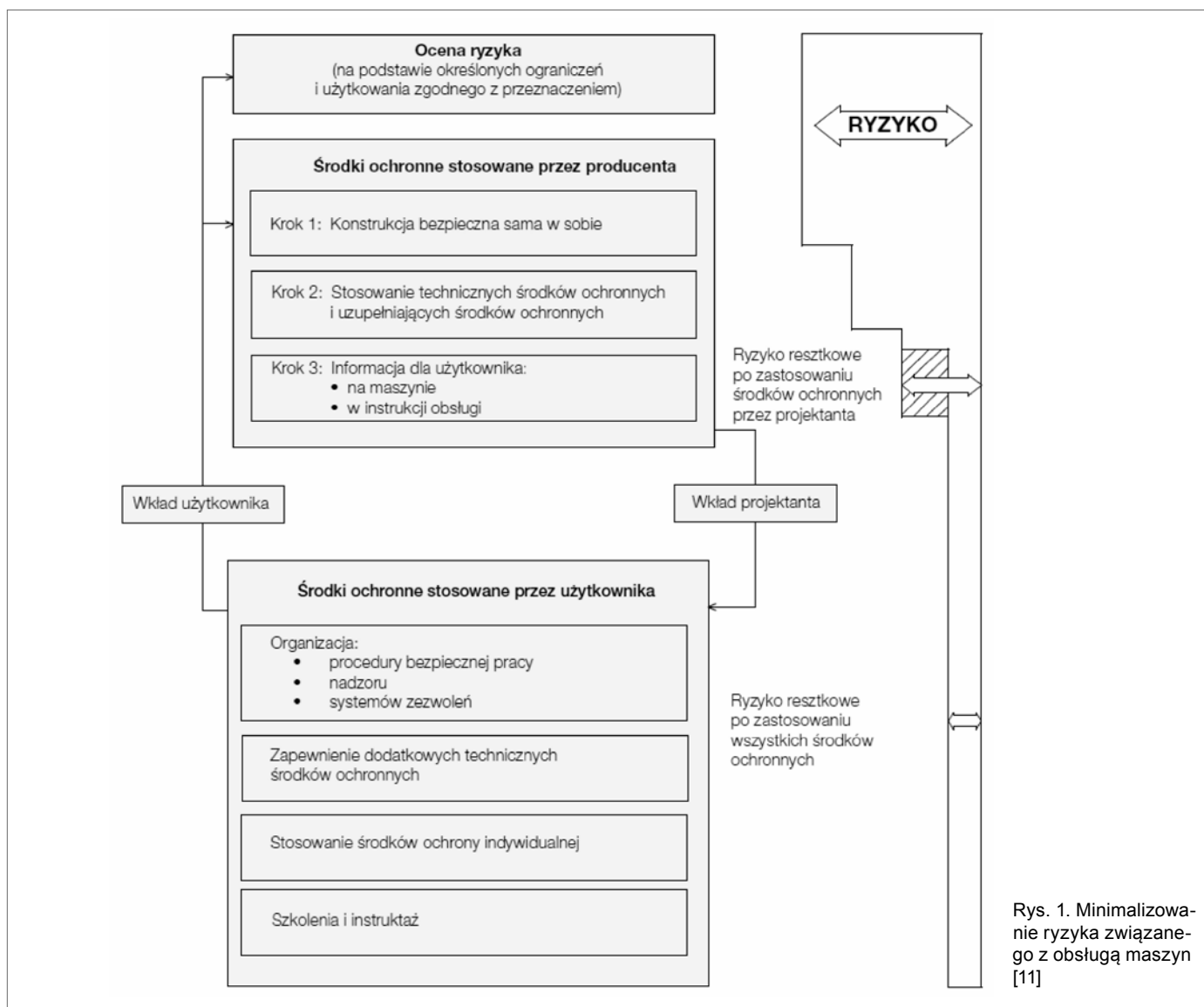
Projektanci i producenci, wytwarzając wyroby o zróżnicowanym poziomie bezpieczeństwa, rozpoznają szczegółowo wszelkie zagrożenia związane z maszyną, wyznaczając dopuszczalny poziom ryzyka. Użytkownicy maszyn wpływają na poziom ryzyka odpowiednio przez ich dobór lub dostosowanie do istniejących potrzeb technologicznych i warunków środowiska pracy oraz zobowiązani są do przestrzegania zasad i sposobów wykorzystywania zależnie od specyfiki realizowanych procesów i warunków środowiska pracy. W tak rozumiane zadania wpisuje się problematyka projektowania bezpieczeństwa maszyn, w której coraz częściej mówi się o inteligentnych systemach stanowiących podstawę podejmowanych decyzji eksploacyjnych.

**Słowa kluczowe:** ryzyko, bezpieczeństwo, projektowanie, zagrożenia, ochrona.

się części maszyn, jak i takie, których wykrycie wymaga stosowania odpowiednich przyrządów pomiarowych lub też mogące powstać na skutek błędnego lub celowego działania człowieka.

Podstawowe zagrożenia, które może stwarzać analizowana maszyna, oraz zagrożenia związane z otoczeniem, w którym przewidywane jest jej użytkowanie, wymieniono w normie [2, 3, 5]. Szacowanie ryzyka związanego ze zidentyfikowanymi zagrożeniami polega na ustaleniu, jakie mogą być szkodliwe następstwa zagrożenia i jakie jest prawdopodobieństwo, że one wystąpią [2]. Stopień ciężkości możliwej szkody można oszacować, uwzględniając [2, 3] charakter tego, co ma być chronione (osoby, mienie, środowisko), ciężkość urazów lub pogorszenia stanu zdrowia (lekkie – zazwyczaj odwracalne, ciężkie – zazwyczaj nieodwracalne) oraz zakres szkody związanej z maszyną (jedna osoba, wiele osób).

Prawdopodobieństwo zaistnienia szkody szacuje się z uwzględnieniem częstości i czasu trwania narażenia, możliwości zaistnienia zdarzenia zagrażającego, możliwości uniknięcia lub ograniczenia szkody, świadomości ryzyka przez operatora, jego osobniczych możliwości uniknięcia lub ograniczenia szkody (refleksu, zwinności, zdolności do ucieczki), praktycznego doświadczenia i wiedzy.



Rys. 1. Minimalizowanie ryzyka związane z obsługą maszyn [11]

Zagrożenia powodujące urazy lub szkodliwy wpływ na człowieka należy szacować, analizując wszystkie rodzaje działania maszyny i metody pracy, a więc nie tylko normalnego użytkownika maszyny, ale również kwestii potrzeby dostępu podczas ustawiania, programowania, zmian lub korekt procesu, czyszczenia, obsługi i napraw.

W szacowaniu ryzyka należy uwzględnić możliwość uszkodzenia elementów składowych maszyny (w tym uszkodzenia lub fizycznego zużycia technicznych środków bezpieczeństwa), zaniku zasilania energetycznego (np. brak prądu), organizację pracy, zastosowanie środków ochrony indywidualnej itd.

Istotnym elementem wpływającym na ryzyko jest człowiek, a więc należy w szacowaniu zagrożeń uwzględnić np. aspekty współdziałania człowieka z maszyną, czynniki psychologiczne, ergonomiczne, wykształcenie, umiejętności. Należy także przewidzieć omijanie lub eliminowanie przez operatorów maszyn środków bezpieczeństwa zainstalowanych w maszynie (np. usuwanie osłon).

W wyniku analizy ryzyka otrzymuje się informacje niezbędne do jego oceny, która z kolei umożliwia podejmowanie decyzji o bezpieczeństwie związanym z maszyną [11]. Oceny ryzyka dokonuje się, stosując różne mierniki. Ich wybór zale-

ży od rodzaju ryzyka, jakie podlega ocenie, przy czym zawsze szacowanie ryzyka musi być oparte o dwa elementy: skutki i prawdopodobieństwo szkody. W zależności od wartości prawdopodobieństwa i stopnia uszkodzenia człowieka ryzyko może być małe lub średnie – takie ryzyko można uznać za dopuszczalne – lub duże – takie ryzyko jest niedopuszczalne.

Oszacowania zawsze są obarczone niepewnością związaną przede wszystkim z przypadkowym charakterem zdarzeń i sposobem wyznaczania szkodliwych następstw zagrożeń dla zdrowia człowieka. Ponieważ ustalenie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia niepożądanego o określonych następstwach rzadko bywa możliwe, do szacowania ryzyka stosuje się na ogół wskaźniki opisujące w sposób ogólny zakres prawdopodobieństwa wystąpienia oraz wielkość strat. Do szacowania ryzyka wykorzystać można metody [8, 12]:

- oszacowanie ryzyka zawodowego w skali trójstopniowej wg Polskiej Normy;
- wstępnej analizy zagrożeń (PHA);
- oceny ryzyka przy pomocy wskaźnika ryzyka – *Risk score*;
- oceny ryzyka przy pomocy analizy bezpieczeństwa pracy (JSA);
- metoda „CO – GDY”;

Nr grupy	Nr zagrożenia	Rodzaj zagrożenia	Czy występuje?				
			TAK				NIE
			S	E	P	R	
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Zagrożenia ogólne</b>							
1	<b>Zagrożenia mechaniczne</b>						
1.1	Zagrożenia mechaniczne, jakie może stwarzać maszyna, części maszyn (łącznie z uchwytami materiału obrabianego), przedmioty obrabiane lub obciążenia wynikające z:						
	1	kształtu (elementy tnące, ostre krawędzie, części ostro zakończone, nawet jeśli części te są nieruchome)					
	2	wzajemnego położenia, mogące, w przypadku elementów poruszających się, tworzyć strefy zgniatania, ścinania, wplątania					
3	stateczności zapobiegającej przewróceniu się (z uwzględnieniem energii kinetycznej)						
1.3	Zagrożenia mechaniczne pozostające w związku z maszyną, częściami i powierzchniami maszyn, narzędziami, obrabianymi przedmiotami, obciążeniami i wyrzucaniem materiałów stałych lub płynnych powodujące zagrożenie:						
	12	zgnieciem (zmiażdżeniem)					
	13	Ścinaniem					
	14	cięciem lub odcięciem					
	15	Wplątaniem					
2	<b>Zagrożenia elektryczne powodowane:</b>						
	21	dotknięciem przez człowieka części będących pod napięciem elektrycznym przewodzą prąd podczas normalnej pracy (dotyk bezpośredni)					
	22	dotknięciem przez człowieka części będących pod napięciem w wyniku uszkodzenia (dotyk pośredni)					
23	zbliżeniem się do części będących pod wysokim napięciem						
6	<b>Zagrożenie powodowane promieniowaniem</b>						
	38	pola elektromagnetyczne (niskiej częstotliwości, częstotliwości radiowej, mikrofalami)					
	39	światła widzialnego, podczerwonego i ultrafioletu					
40	Rentgena i gamma						
25	<b>Zagrożenia powodowane przez osoby trzecie/zagrożenia osób trzecich</b>						
	96	uruchamianie/stosowanie przez osoby nieupoważnione					
	97	przemieszczenie części maszyny poza pozycję spoczynkową					
35	126	<b>Wypadnięcie osób z urządzeń do transportu ludzi</b>					
36	127	<b>Upadek lub wyrzucenie urządzeń do transportu ludzi</b>					
37	128	<b>Błędy, błędne zachowanie człowieka</b>					
<b>Zagrożenia inne, niezdefiniowane wyżej</b>							

Rys. 2. Fragment arkusza oceny zagrożeń [2, 9]

- analiza rodzajów uszkodzeń i ich skutków (FMEA);
- symulacja defektów w systemach sterowania;
- systematyczna analiza ryzyka (MOSAR);
- analiza drzewa błędów (FTA).

W metodzie trójstopniowej, zalecanej przez Polską Normę [4], korzysta się z dwóch parametrów ryzyka: ciężkości następstw (skutków) występujących zagrożeń maszynowych oraz prawdopodobieństwa, z jakim następstwa te (urazy, choroby) mogą wystąpić.

Szacowanie zarówno ciężkości następstw, jak i częstości ich wystąpienia określa się na trzech poziomach: małym, średnim i dużym dla każdego występującego zagrożenia, zgodnie z tabelą 1. Zgodnie z tą tabelą następuje (po oszacowaniu parametrów ryzyka) określenie poziomu ryzyka – w skali trójstopniowej, jako małego, średniego i dużego.

Powyższe kryteria znajdują najlepsze zastosowanie w przypadku zagrożeń ze strony wirujących, nieosłoniętych części maszyny, nieosłoniętych i niezabezpieczonych przewodów elektrycznych, odprysków obrabianych materiałów, gorących powierzchni itp.

Tabela 1. Oszacowanie ryzyka zawodowego w skali trójstopniowej [11]

Prawdopodobieństwo	Ciężkość następstw		
	mała	średnia	duża
Mało prawdopodobne	małe	małe	średnie
Prawdopodobne	małe	średnie	duże
Wysoco prawdopodobne	średnie	duże	duże

W normie [23] zawarto również zasady oceny ryzyka dotyczącego wyzwalanych w czasie pracy maszyny czynników chemicznych. Szacowanie ryzyka odbywa się na podstawie dopuszczalnych, chwilowych i pułapowych stężeń i natężeń czynników szkodliwych podanych w przepisach prawnych lub – w przypadku czynników niemających ustalonych wartości dopuszczalnych – uwzględnia się trzy zmienne: podstawowe zagrożenie daną substancją chemiczną, skłonność do przedostawania się substancji do środowiska (lotność/tworzenie pyłów) oraz ilość substancji użyta w ocenianej operacji.

Tabela 2. Wskaźnik ryzyka R

Lp.	Wartość R	Kategoria ryzyka	Działania projektanta (zalecane decyzje)	Ocena ryzyka maszynowego
1	$R < 1,5$	znikome	zbędne	akceptowalne
2	$1,5 < R < 20$	bardzo małe	wskazana analiza możliwości zmniejszenia zagrożenia	akceptowalne
3	$20 < R < 48$	małe	potrzebna analiza możliwości zmniejszenia zagrożenia	akceptowalne
4	$48 < R < 200$	istotne	potrzebne zmniejszenie zagrożenia	tolerowalne
5	$200 < R < 400$	duże	konieczne ograniczenie zagrożenia	nietolerowalne
6	$R > 400$	bardzo duże	kategoryczna konieczność wyeliminowania zagrożenia	nieakceptowalne

Źródłem zagrożeń maszynowych może być także nieprzystosowanie warunków pracy na danej maszynie do możliwości fizycznych konkretnego człowieka. Wymuszona, nienaturalna pozycja ciała przy pracy, konieczność używania znacznej siły fizycznej, powtarzalność ruchów prowadzić może do powstawania chorób objawiających się np. dolegliwościami mięśniowo-szkieletowymi. Do ich oceny mogą być stosowane przykładowo takie ergonomiczne metody, jak: OWAS, REBA, RULA [11, 14].

W metodzie *Risk score* ocenę ryzyka maszynowego R określa się z iloczynu możliwych skutków zagrożenia S, ekspozycji na zagrożenie E i prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia P. Poszczególne czynniki oceniane są w kilkustopniowych skalach zgodnie z przyjętymi tabelami. Skrajne wartości poszczególnych czynników wynoszą:

- S od 1 (zagrożenie drobnym urazem – strata finansowa do 3 tys. zł) do 100 (liczne ofiary śmiertelne lub straty ponad 30 mln zł);
- E od 0,5 (narażenie raz w roku) do 10 (narażenie stałe);
- P od 0,1 (zagrożenie teoretycznie możliwe) do 10 (prawdopodobne – szansa 50%).

Po określeniu wskaźnika ryzyka maszynowego R można przystąpić do wartościowania ryzyka maszynowego według kryteriów podanych w tabeli 2. W przypadkach, dla których wartość ryzyka maszynowego R wynosić będzie powyżej dwięście, należy bezwzględnie dokonać zmian konstrukcyjnych ograniczając zagrożenia.

Wykorzystując metodę *Risk score* dla oceny ryzyka fizycznych zagrożeń maszynowych, należy wyznaczyć wartość R dla każdego zagrożenia stwarzanego przez maszynę (odpowiedź na „TAK” – na rys. 2). Jest mało prawdopodobne, aby odpowiedź pozytywna pojawiła się dla wszystkich 128 zagrożeń wymienionych w kolumnie 3 tabeli (w niniejszej pracy zaprezentowano tylko fragmenty arkusza oceny zagrożeń), tym niemniej dla każdego zaistniałego zagrożenia ryzyko będzie miało inną wartość. Wartości ryzyka R nie sumuje się i nie uśrednia. Przekroczenie ustalonej, akceptowalnej i tolerowalnej wartości ryzyka dla któregośkolwiek zagrożenia wymaga podjęcia działań zmniejszających je.

## 2. Projektowanie bezpieczeństwa w eksploatacji maszyn

Wprowadzenie maszyny do eksploatacji wiąże się z nałożeniem na pracodawcę określonych obowiązków wynikających z przepisów dotyczących bezpieczeństwa dla pracowników, a tym samym w zarządzaniu działalnością przedsiębiorstwa

równoprawnym elementem racjonalnego działania winno być zarządzanie bezpieczeństwem eksploatacji maszyn.

Projektowanie bezpieczeństwa maszyn powinno być realizowane od etapu planowania zakupu nowego środka pracy, poprzez cały etap eksploatacji aż do momentu wycofania maszyny ze stanowiska pracy. Jednym ze sposobów spełnienia tego warunku jest kontrola maszyn [11, 13]:

- wstępna po ich zainstalowaniu, a przed przekazaniem do eksploatacji po raz pierwszy;
- po zainstalowaniu na innym stanowisku pracy lub w innym miejscu;
- regularna, gdy maszyna pracuje w warunkach pogarszających jej stan techniczny;
- specjalna w przypadku możliwości pogorszenia bezpieczeństwa związanego z maszyną, a będącego wynikiem prac modyfikacyjnych, zjawisk przyrodniczych, wydłużonego czasu postoju maszyny lub niebezpiecznych uszkodzeń, albo wypadków przy pracy;
- okresowa, nie rzadziej niż co 5 lat, celem oceny czy nie zmienił się poziom techniki i przepisy prawne – jeśli tak jest, należy doprowadzić maszynę lub urządzenie oraz stanowisko pracy do przepisów aktualnie obowiązujących.

Wyniki kontroli powinny być rejestrowane i przechowywane przez okres 5 lat od dnia zakończenia tych kontroli, a w miejscu eksploatacji maszyny powinien być dostępny dokument potwierdzający przeprowadzenie ostatniej kontroli w postaci np. świadectwa dopuszczenia do eksploatacji podpisanego przez uprawnione osoby.

Różne zastosowania maszyn, coraz bardziej zaawansowane konstrukcje, ciągle zwiększanie ich wydajności (np. poprzez wyższe prędkości robocze i zwiększone moce), różnorodność sposobów sterowania i obsługi powodują, że współczesne maszyny stwarzają szereg zagrożeń, które mogą powodować wzrost ryzyka wypadku. Z tego względu, wyposażając nowe stanowiska pracy w maszyny i urządzenia techniczne, należy precyzyjnie określić specyfikę pracy i uwzględnić to w analizach bezpieczeństwa, jeszcze przed świadomym podjęciem decyzji o wprowadzeniu danej maszyny do eksploatacji. Uczynić to można poprzez dobór maszyn do wykonywania danej pracy (właściwa jest konsultacja z pracownikami lub ich przedstawicielami dotycząca wprowadzania nowych technik oraz wyboru maszyn i innych urządzeń technicznych), prawidłowe przystosowanie do tego celu miejsca eksploatacji maszyny (uwzględniając wymogi ochrony środowiska) oraz zapewnić najmniejsze ryzyko użytkowania i obsługiwanie maszyny.



Ułatwieniem podjęcia decyzji może być stan dotychczasowej wiedzy dotyczącej przyczyn i sekwencji wypadków z udziałem maszyn [13]. Wynika z niego, że maszyny – mimo odrębnej specyfiki budowy i zastosowania – pod względem poziomu bezpieczeństwa są do siebie zbliżone, gdyż sytuacje niebezpieczne w eksploatacji maszyn oraz mechanizmy powstawania wydarzeń wypadkowych w procesach pracy są w istocie podobne i powtarzalne. Jak wskazuje literatura [1, 2, 7, 10], około 75–80% wypadków maszynowych występuje podczas użytkowania maszyny.

Maszyna wprowadzona do eksploatacji staje się najważniejszym elementem stanowiska pracy operatora, ale również staje się obiektem zainteresowania służb utrzymania ruchu w zakładzie. Przepisy dotyczące utrzymania maszyn stanowią, iż w czasie całego swego „życia” maszyna, poprzez właściwe wykorzystanie oraz odpowiednią obsługę, powinna być utrzymywana w stanie zgodności z wymaganiami bhp. Pierwszą z możliwości uzyskania takiego stanu jest permanentne szkolenie operatorów, a drugą utrzymywanie zdolności zadaniowej maszyn przez właściwe obsługiwanie.

Nalożony na pracodawcę obowiązek szkolenia pracowników oraz pisemnego przekazywania im właściwie zredagowanych, merytorycznych i treściwych instrukcji eksploatacji maszyny powinien być zaprojektowany metodycznie i zrealizowany we właściwy, z punktu zasad przyswajania wiedzy, sposób. Instrukcje powinny być zrozumiałe dla zainteresowanych pracowników i zawierać co najmniej informacje dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie:

- warunków i sposobów użytkowania maszyn (operowania, sterowania, kierowania itp.);
- zaleceń związanych z obsługiwaniem;
- występowania możliwych do przewidzenia sytuacji nietypowych;
- zagrożeń pochodzących od innych maszyn znajdujących się na sąsiednich stanowiskach pracy i o zmianach mogących wpływać na bezpieczeństwo.

Współdziałanie z pracownikami powinno mieć charakter zwrotny – oznacza to, że eksploatatorzy maszyn, dostrzegając niedoskonałości w ich pracy, zgłaszają potrzebę zmian poprawiających bezpieczeństwo.

Maszyna, aby w pełni można było wykorzystać jej potencjał wynikający z funkcji, podlegać winna działaniom obsługowym (przebiegi, sprawdzenia, pomiary, wymiany części, regulacje, naprawy, wykrywanie usterek i nieprawidłowości, serwisowanie) [7]. Czynności powyższe wykonują służby utrzymania ruchu zakładu zgodnie z zaprojektowanym i wdrożonym w przedsiębiorstwie systemem obsługowo-naprawczym (opisanym w poprzednich rozdziałach niniejszej publikacji). Wykonywanie tych czynności, poza przywróceniem lub utrzymaniem funkcjonalności maszyny, powinno powodować przywrócenie wymaganego przepisami poziomu bezpieczeństwa maszyny [10].

W trakcie eksploatacji maszyny może zachodzić potrzeba jej modyfikacji lub modernizacji. Modyfikacja polegać będzie na zamianie części lub zespołów oryginalnych na zamienniki (ze względu na niedostępność oryginalnych lub niższą cenę) o tej samej funkcjonalności, do pracy w danej maszynie. Modernizacja polegać będzie na zmianach dokonanych w maszynie w celu jej usprawnienia, zmianie funkcjonalności, poszerzenia opcji działania itp.

Z punktu widzenia poziomu bezpieczeństwa maszyn szczególnego znaczenia nabiera kwestia modernizacji, a więc inge-

renierii w konstrukcję maszyny lub zasady jej eksploatacji. Jeżeli maszyna po modernizacji uległa istotnym zmianom modyfikującym jej parametry pracy (rys. 3), należy przeprowadzić procedurę oceny jej zgodności z wymaganiami zasadniczymi dla maszyn [2].

W warunkach wyczerpanej produktywności – wymagającej utrzymywania maszyn w stanie zdolności eksploatacyjnej, prowadzenia bieżących prac regulacyjnych, smarowniczych, konserwacyjnych oraz bieżących naprawczych – pracownik obsługujący musi często realizować zadania w stanie podwyższonego ryzyka, przy aktywnych zagrożeniach i zwolnionych urządzeniach ochronnych, w zespołach wieloosobowych, pod presją czasu.

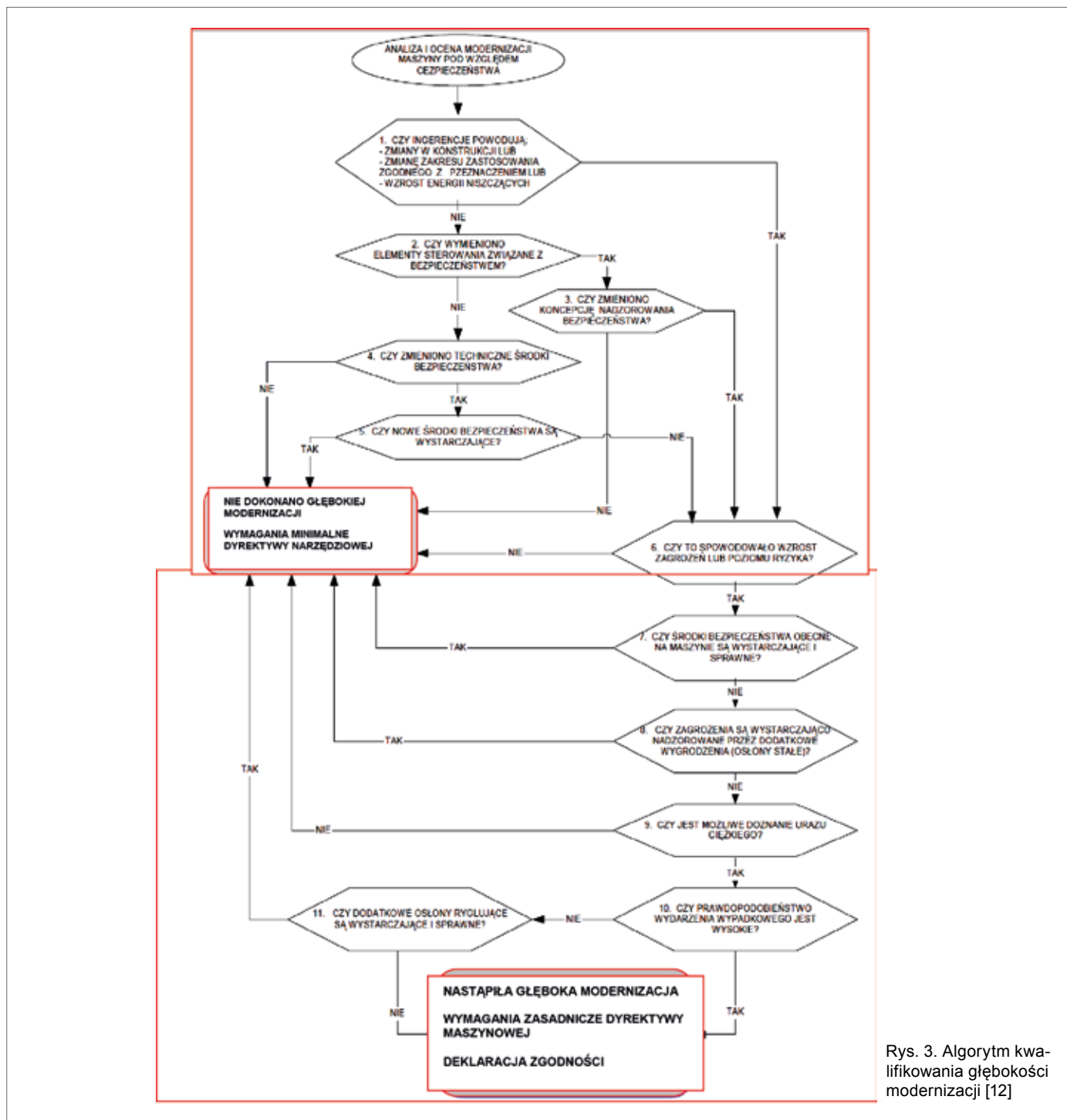
Statystyka wykazuje, że 20–25% wypadków maszynowych związanych jest z wykonywaniem niezbędnych działań dotyczących utrzymania maszyn w ruchu, czyli w obsłudze. Te ostatnie dane są szczególnie alarmujące i z tego względu poświęca się temu problemowi wiele uwagi [1, 2].

Właściwa obsługa maszyn i urządzeń technicznych oraz prawidłowe zarządzanie pracami obsługowo-naprawczymi stają się niezbędne dla utrzymania bezpiecznych i wydajnych miejsc pracy, dotyczą każdego miejsca pracy, we wszystkich sektorach przemysłu, oraz wszystkich pracowników, na każdym szczeblu.

Do podstawowych zagrożeń związanych z obsługiwaniem maszyn zaliczyć można:

- wypadki i urazy pracownika podczas samego procesu obsługi – pracownicy dokonujący czynności obsługowo-naprawczych mogą doznać urazów, jeżeli maszyna zostanie przypadkowo włączona, mogą być narażeni na działanie substancji niebezpiecznych lub promieniowanie, mogą zostać uderzeni przez ruchome części maszyny lub też doznać urazów mięśniowo-szkieletowych wskutek konieczności przyjmowania wymuszonej pozycji przy pracy;
- nieprawidłowo wykonane czynności obsługowo-naprawcze – poprzez użycie niewłaściwych części do wymiany lub naprawy, niewłaściwych narzędzi i pomocy warsztatowych, niedostatecznego oświetlenia itp. – prowadzić mogą do wystąpienia poważnych wypadków i obrażeń pracowników, a także uszkodzenia maszyny;
- niewykonywanie zgodnych z zaleceniami producenta działań obsługowo-naprawczych lub mimo uszkodzenia dalszej pracy maszyny prowadzić mogą do zniszczenia samej maszyny, a także znacznie gorszej sytuacji – urazu lub śmierci operatora lub innej osoby znajdującej się w strefie pracy maszyny. Zagrożenia dla zdrowia i życia pracowników wykonujących czynności obsługowo-naprawcze wymagają usystematyzowanego podejścia do tego stanu eksploatacji maszyny. Mając to na względzie, należy działalność obsługowo-naprawczą właściwie zaplanować co do czasu (zgodnie z przyjętym w przedsiębiorstwie systemem), po którym (poza awariami) maszynę należy poddać procesowi obsługi i zaprojektować sposób i metodę zrealizowania obsługi. Podstawowe kwestie to przeznaczenie odpowiedniej ilości czasu i zasobów na obsługę, zapewnienie szkoleń i informacji dla pracowników zajmujących się pracami obsługowymi, wprowadzenie systemów pracy opartej na właściwej ocenie ryzyka oraz skutecznej komunikacji między pracownikami użytkującymi maszynę a tymi, którzy zajmują się obsługą. Konieczne jest przestrzeganie wytycznych oraz prowadzenie archiwizacji dokumentacji.

Po zakończeniu działań związanych z czynnościami obsługowo-naprawczymi należy przeprowadzić specjalne kontrole



Rys. 3. Algorytm kwalifikowania głębokości modernizacji [12]

(inspekcje i testy) w celu sprawdzenia, czy obsługa została przeprowadzona w odpowiedni sposób, a sprzęt i miejsce pracy spełniają warunki bezpieczeństwa pozwalające na kontynuowanie pracy.

Z przedstawionych wyżej warunków bezpiecznego obsługiwnia wynika, że projektowanie procesu obsługiwnia powinno obejmować [1, 7]:

- planowanie;
- podejście zorganizowane, oparte na ocenie ryzyka zawodowego;
- wyraźny podział ról i obowiązków;
- jasne wskazówki, jak ma być przeprowadzone;
- przeprowadzenie odpowiedniego szkolenia pracowników;

- zagwarantowanie środków, np. ochrony indywidualnej, sprzętu i narzędzi pracy;
- regularne kontrole procesu obsługiwnia w celu zapewnienia ich skuteczności.

Planowanie powinno obejmować takie kwestie, jak:

- zakres zadania, czyli co należy zrobić, ile czasu potrzeba na wykonanie zadania, jaki wpływ będzie to miało na innych pracowników i czynności na stanowisku pracy;
- określenie źródeł zagrożeń (np. energia elektryczna, narażenie na działanie niebezpiecznych substancji chemicznych, obecność pyłu lub azbestu w powietrzu, ograniczona przestrzeń, znajdujące się w ruchu części maszyn, możliwość upadku, przemieszczanie ciężkich przedmiotów, trudno do-

stępne części) celem oceny ryzyka związanego z planowanym zadaniem;

- niezbędne elementy danej czynności: umiejętności i liczba pracowników potrzebnych do wykonania zadania, nazwiska uczestników procesu (upewnienie się, że pracownicy przeprowadzający prace posiadają odpowiednie kwalifikacje do ich wykonania), rola poszczególnych osób (w tym zapewnienie kontaktu z pracownikami wykonawcy lub głównego pracodawcy, wykonywanie zadań, wyznaczenie osoby, do której należy zgłaszać ewentualne problemy);
- niezbędne narzędzia, środki ochrony indywidualnej i inne niezbędne środki, których celem jest ochrona pracowników (np. rusztowanie, sprzęt do monitoringu);
- wyznaczenie bezpiecznego dostępu do strefy prowadzenia prac i drogi (szybkiej) ewakuacji;
- konieczne szkolenia i informacje dotyczące zadania oraz hierarchii służbowej (wyraźne wyznaczenie osoby odpowiedzialnej za pracę) przeznaczone dla pracowników, którzy je wykonują, oraz dla osób pracujących w ich otoczeniu.

Wskazane jest, aby już w etapie planowania brali udział pracownicy, gdyż oni najlepiej mogą określić niebezpieczeństwa i najsukuteczniejsze sposoby zapobiegania im. O wynikach oceny ryzyka i etapu planowania należy powiadomić pracowników zajmujących się zapewnieniem bezpiecznej eksploatacji i inne osoby, których może to dotyczyć, gdyż stanowi to bardzo ważny aspekt zapewniania bezpieczeństwa. Wskazane jest w tym celu zorganizowanie szkolenia dla pracowników (w tym także dla podwykonawców) i zapoznanie ich z ustalonymi procedurami.

Ocenił na etapie planowania ryzyko stanowi podstawę opracowania odpowiednich procedur postępowania i ich wdrożenia. Do podstawowych czynności, które należy wykonać (w większości działań obsługowo-naprawczych), jest wyłączenie źródła zasilania maszyny oraz zastosowania określonego systemu blokad. Należy dołączyć informację ostrzegawczą z datą i godziną dokonania blokady oraz nazwiskiem osoby upoważnionej do jej zdjęcia. W ten sposób bezpieczeństwo pracownika dokonującego obsługi maszyny nie będzie zagrożone przez osobę, która nieumyślnie włączy maszynę i która również mogłaby zostać poszkodowana, przykładowo, jeżeli maszyna nie znajdowałaby się w trybie bezpiecznym do pracy (np. jeżeli usunięto zabezpieczenia). Pracownicy powinni także sprawdzać, czy do strefy wykonywania pracy można bezpiecznie dotrzeć oraz ją opuścić zgodnie z planem pracy. Należy zabezpieczyć miejsce obsługi maszyny przed dostępem osób niepowołanych.

Do obsługi maszyn w większości przypadków niezbędny jest różniący się niekiedy znacznie od powszechnie używanego specjalistyczny i specjalny sprzęt oraz narzędzia. Pracownicy winni umieć się nim posługiwać. Zadania wykonywane przez obsługę mogą być realizowane w obszarach, które nie są zwykłymi miejscami pracy, i być narażeni na wiele zagrożeń, dlatego też muszą być zaopatrzeni w odpowiednie środki ochrony indywidualnej. Potrzebne do pracy narzędzia i środki ochrony indywidualnej, określone podczas oceny ryzyka i na etapie planowania, muszą być dostępne (wraz z instrukcjami użycia, jeśli jest to wymagane) oraz używane. Należy zwracać uwagę, aby zadania obsługowo-naprawcze wykonywane były w sposób systematyczny, bez improwizacji i oszczędzania czasu kosztem jakości wykonanej pracy.

Przestrzeganie planu pracy jest niezbędne nawet w wypadku pracy pod presją czasu – tzw. droga na skróty może być bardzo

kosztowna i prowadzić do wypadków, obrażeń lub uszkodzenia mienia. W razie nieoczekiwanych zdarzeń konieczne może być powiadomienie kierownictwa lub konsultacja z innymi specjalistami. Należy pamiętać, że przekraczanie zakresu własnych umiejętności i kompetencji może zakończyć się bardzo poważnym wypadkiem.

Sprawdzenie wykonanej pracy jest niezbędnym elementem czynności obsługowo-naprawczych. Pozwala stwierdzić, czy zadanie zostało właściwie wykonane i obsługiwana maszyna jest w bezpiecznym stanie. Pozytywny wynik sprawdzenia pozwala zakończyć zadanie, zdjąć blokady oraz powiadomić kierownictwo i innych pracowników. Ostatnim krokiem jest sporządzenie sprawozdania dla kierownictwa, zawierającego opis wykonanej pracy wraz z uwagami dotyczącymi napotkanych trudności i zalecanych ulepszeń. Wskazane byłoby także omówienie realizacji zadania na spotkaniu personelu, podczas którego pracownicy uczestniczący w procesie obsługi, jak również osoby pracujące w ich otoczeniu mogłyby omówić pracę i wystąpić z propozycjami dotyczącymi udoskonalenia procesu [7].

### 3. Zakończenie

W procesie rozwoju techniki i produkcji istotnym zagadnieniem jest zapewnienie wyrobom odpowiedniej „jakości”, bezpieczeństwa i efektywności. Właściwości obiektu, wpływające na jakość, bezpieczeństwo i efektywność, wywołują coraz to nowe problemy techniczne dla specjalistów różnych dziedzin techniki, jak i dla ekonomistów zainteresowanych nimi w aspekcie potrzeb gospodarki.

Traktując użytkowanie maszyn jako główny etap weryfikacji ich przydatności i spełniania oczekiwań społecznych, coraz częściej na tym etapie prowadzi się intensywne badania poprawności działania w odpowiednio sformalizowanych strukturach eksploatacji.

Możliwości dokonania wszystkich dziedzin teorii eksploatacji pozwalają na nowoczesne rozwiązania w zakresie planowania i optymalizacji procedur projektowania, konstruowania, wytwarzania i eksploatacji maszyn, według głównego kryterium ich jakości i efektywności wykorzystania.

Dla omówienia zadań i roli oraz dokonania teorii eksploatacji, traktowanej jako samodzielna dziedzina naukowa, na polu utrzymania bezpieczeństwa maszyn przedstawiono skrótowo wybrane problemy głównej teorii eksploatacji, jednoznacznie określające możliwości i potrzeby realizowanych przedsięwzięć racjonalnej eksploatacji.

...kiedy chcę przeczytać książkę, to ją piszę...

### Literatura

- [1] Bezpieczeństwo eksploatacji maszyn, urządzeń i budynków – bezpieczeństwo pracowników <http://osha.europa.eu/pl/publications/factsheets/88> (data odczytu 04.06.2012).
- [2] DŹWIAREK M., STRAWIŃSKI T.: *Wymagania bezpieczeństwa dla wybranych urządzeń ochronnych. Bezpieczeństwo pracy*, CIOP-PIP, Warszawa 2000, nr 7–8, 1–5.
- [3] GIERASIMIUK J.: *Obowiązki i działania producentów i użytkowników maszyn dla zapewnienia bezpieczeństwa użytkowania ma-*

- szyn zgodnie z dyrektywami 2006/42/WE i 2009/104. W Ehttp://www.bezpieczenstwo\_eksploatacji.pl/zasoby/Jozef\_Gierasimiuk\_Sawo.pdf.
- [4] PN-EN 1088+A2:2011: Bezpieczeństwo maszyn. Urządzenia blokujące sprzężone z osłonami. Zasady projektowania i doboru.
- [5] PN-EN 61508-1:2010: Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych/elektronicznych/programowalnych elektrycznych systemów związanych z bezpieczeństwem. Wymagania ogólne.
- [6] PN-EN 61511-1:2007: Bezpieczeństwo funkcjonalne. Przyrządowe systemy bezpieczeństwa do sektora przemysłu procesowego. Część 1: Schemat, wymagania dotyczące systemu, sprzętu i oprogramowania.
- [7] PRACA ZBIOROWA: *Nauka o pracy, bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*. CIOP, Warszawa 2010.
- [8] Procedury oceny ryzyka technicznego maszyn zgodnie z wymaganiami minimalnymi i szczegółowymi. <http://www.centrumkompetencji.pl/sb/przemysl-i-technika,80.html> (data odczytu 04.06.2012).
- [9] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dz. U. 2008 nr 199, poz. 1228).
- [10] 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 (Dz. U. z 2002 r. nr 191, poz. 1596 z póź. zm.).
- [11] Ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 r. o Państwowej Inspekcji Pracy (Dz. U. 2007 nr 89, poz. 589).
- [12] ŻÓŁTOWSKI B., TYLICKI H.: *Elementy diagnostyki technicznej maszyn*. PWSZ, Piła 2008, s.183.
- [13] ŻÓŁTOWSKI B., KWIATKOWSKI K.: *Zagrożone środowisko*. Wyd. UTP, Bydgoszcz 2012.
- [14] ŻÓŁTOWSKI B., ŁUKASIEWICZ M.: *Diagnostyka drganiowa maszyn*. ITE-PIB, Radom 2012.
- [15] ŻÓŁTOWSKI B., LANDOWSKI B., PRZYBYLIŃSKI B.: *Projektowanie eksploatacji maszyn*. UTP, Bydgoszcz 2012.

prof. zw. dr hab. inż. Bogdan Żółtowski  
W działalności naukowej zajmuje się problemami budowy i eksploatacji maszyn, mechaniki w ujęciu dynamiki maszyn, wibroakustyki, diagnostyki technicznej, metrologii i eksploatacji pojazdów. Ma w swoim dorobku ogólnie około 400 publikacji, w tym 30 pozycji książkowych (własne i współautorskie), 46 publikacji naukowych, 182 publikacje naukowo-techniczne i konferencyjne, 27 referatów naukowych oraz 45 opracowań naukowo-technicznych. Członek wielu stowarzyszeń i komitetów, członek wielu Rad Programowych w różnych wydawnictwach, główny organizator cyklicznej konferencji: „Diagnostyka Maszyn Roboczych i Pojazdów”. Wypromował kilkudziesięciu (około 200) absolwentów studiów magisterskich i inżynierskich, 14 doktorów nauk technicznych oraz recenzuje prace naukowo-badawcze, a także dorobek naukowy.

artykuł recenzowany

reklama