

dr JAN RZEPECKI
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Z każdego euro inwestowanego w poprawę warunków pracy przedsiębiorstwo uzyskuje korzyści w kwocie 2 euro
prof. dr Max Zober, BASF AG, Niemcy, [5]

Program komputerowy wspomagający analizę kosztów i korzyści bezpieczeństwa i higieny pracy w przedsiębiorstwie

Praca wykonana w ramach programu wieloletniego (b. SFR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych. Główny koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy

Analizy ekonomiczne w obszarze bhp, obejmujące m.in. analizy kosztów i korzyści, stanowią podstawę prawidłowej oceny skuteczności działań przedsiębiorstwa w zakresie poprawy warunków pracy. Mogą być one podejmowane m.in. w celu oceny całości kosztów, jak i poszczególnych ich składników oraz wyboru takich środków profilaktycznych, które umożliwiają osiągnięcie najlepszych rezultatów przy jak najmniejszych kosztach [1–5].

Szczególnie zalecane jest, aby analizy kosztów i korzyści prowadzone były przez przedsiębiorstwa wdrażające system zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Zgodnie bowiem z PN-N-18004:2001 organizacja wdrażająca system zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy powinna ustanowić i utrzymywać procedury analiz ekonomicznych bezpieczeństwa i higieny pracy [6]. Procedury te powinny obejmować identyfikację, zapisywanie i monitorowanie kosztów bhp. Podstawowym celem tej analizy powinno być dostarczenie informacji potrzebnych do podejmowania decyzji w procesie planowania działań w systemie zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy.

Zarówno ocena, jak i prognozowanie kosztów i korzyści przebiega sprawniej, jeśli wykorzystuje się do tego celu model wspomagany odpowiednim programem komputerowym.

Założenia modelu analizy kosztów – korzyści

Opracowując model analizy kosztów i korzyści bhp w przedsiębiorstwie, zwany dalej modelem AKK v.2.0. przyjęto cztery podstawowe założenia.

Proponowany tu model analizy kosztów – korzyści ma odpowiadać zaleceniom i praktycznym wskazówkom, zawartym w PN-N-18004:2001, dotyczącym wdrażania lub doskonalenia w organizacjach systemów zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy.

Model AKK powinien służyć do monitorowania kosztów bhp w dowolnym okresie według lat, kwartałów lub miesięcy oraz wyznaczania korzyści działań profilaktycznych.

Prognozowanie kosztów i korzyści bhp powinno dotyczyć kolejnego okresu czasu przyjętego w analizie (np. następnego roku, kwartału, miesiąca).

Czwarte założenie dotyczy zakresu stosowania opracowanego modelu. Zakłada się, iż model ten powinien mieć szerokie zastosowanie obejmujące przedsiębiorstwa duże, średnie i małe należące do działalności produkcyjnej, górnictwa, kopalnictwa, budownictwa oraz usług.

Model analizy kosztów – korzyści

Na podstawie przedstawionych założeń, dla potrzeb zarządzania bhp został opracowany wspomagany komputerowo nowy model analizy kosztów i korzyści (model AKK v.2.0.), który w istotny sposób różni się od pierwszej wersji modelu AKK przedstawionego w numerze 2/2002 „Bezpieczeństwa Pracy” [7]. Prezentowana druga wersja modelu obejmuje osiem następujących grup kosztów [8]:

- koszt składki na ubezpieczenie wypadkowe ZUS
- koszty wypadków przy pracy (wydarzeń wypadkowych)
- koszty chorób zawodowych
- koszty absencji spowodowanej warunkami pracy
- koszty nadgodzin spowodowanych warunkami pracy
- koszty świadczeń z tytułu pracy w warunkach szkodliwych lub uciążliwych
- koszty profilaktyki
- koszty ogółem, korzyści.

Koszt składki na ubezpieczenie wypadkowe ZUS

Koszt składki na ubezpieczenie wypadkowe stanowi podstawowy składnik kosztów bhp w przedsiębiorstwie. Dzięki tej składce pracujący mają zapewnione ze strony ZUS świadczenia pieniężne i wybrane świadczenia rzeczowe w razie zaistnienia wypadku przy pracy lub choroby zawodowej. W związku z przewidywanym wprowadzeniem nowej ustawy o ubezpieczeniu społecznym z tytułu wypadków przy pracy należy oczekiwać, zgodnie z przeprowadzonymi analizami, iż znacznie wzrośnie rola składki wypadkowej w ogólnych kosztach bhp w przedsiębiorstwie [9, 10]. Powinno się to wiązać przede wszystkim z wprowadzeniem zróżnicowanej składki na ubezpieczenie wypadkowe, a ponadto z przejściem przez ubezpieczenie wypadkowe części świadczeń pieniężnych wypłacanych obecnie przez przedsiębiorstwa.

Koszty wypadków przy pracy (wydarzeń wypadkowych)

Koszty wypadków przy pracy (wydarzeń wypadkowych) ponoszonych przez

przedsiębiorstwo powinny być obliczane zarówno w odniesieniu do wypadków urazowych, jak i wszelkich wypadków bezurazowych, łącznie z awariami. Ograniczenie się jedynie do wypadków urazowych zarejestrowanych w przedsiębiorstwie prowadzi do znacznego zaniżenia rzeczywistych kosztów wydarzeń wypadkowych. W celu obliczania kosztów wypadków przy pracy (wydarzeń wypadkowych) została opracowana zmodyfikowana, w stosunku do dotychczasowej karty kosztów wypadków przy pracy opracowanej w CIOP, wersja karty kosztów wypadków przy pracy uwzględniająca: koszt czasu straconego wskutek wypadku, koszt pomocy medycznej i transportu, koszt nadgodzin, zastępstw i koszt zakłóceń w produkcji, koszty strat materialnych, napraw, odszkodowań zarówno wypłaconych poszkodowanym, jak i otrzymanych z firm ubezpieczeniowych w związku z uszkodzonymi lub utraconymi składnikami majątku przedsiębiorstwa [11].

Koszty chorób zawodowych

Koszty chorób zawodowych przerzucane są wprawdzie głównie na całe społeczeństwo, ale część tych kosztów jest jednak ponoszona przez przedsiębiorstwa. Do kosztów tych należą: koszt czasu absencji osoby u której stwierdzono chorobę zawodową, koszt nadgodzin, koszt zastępstw, koszt pomocy medycznej i transportu oraz koszt odszkodowań. Do obliczania tych kosztów została opracowana karta kosztów choroby zawodowej.

Koszty absencji spowodowanej warunkami pracy

Zwiększona absencja chorobowa, niezależnie od absencji spowodowanej wypadkami przy pracy i chorobami zawodowymi, może być powodowana pracą w warunkach szkodliwych i uciążliwych dla zdrowia. Dlatego też czynnik ten został uwzględniony jako składnik kosztów bhp, niezależnie od faktu, iż ocena stopnia wpływu nieodpowiednich warunków pracy zarówno na wielkość, jak i koszty absencji chorobowej jest obciążona dużym stopniem subiektywizmu.

Koszty nadgodzin spowodowanych warunkami pracy

Praca w warunkach szkodliwych i uciążliwych dla zdrowia wpływa na obniżenie wydajności pracy, może powodo-

wać większe zmęczenie i wolniejsze tempo pracy, które jest następnie „korygowane” przez pracę w nadgodzinach. Wpływa to w istotny sposób na wzrost kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa, tym bardziej iż za pracę w nadgodzinach zgodnie z obowiązującymi przepisami (art. 134 k.p.) przysługują pracownikowi dodatki w wysokości 50% lub 100% w stosunku do normalnego wynagrodzenia [12]. Podobnie jak w przypadku absencji spowodowanej warunkami pracy, oszacowanie wpływu nieodpowiednich warunków pracy na ogólną liczbę nadgodzin przepracowanych w przedsiębiorstwie obciążone jest dużym stopniem subiektywizmu.

Koszty świadczeń z tytułu pracy w warunkach szkodliwych lub uciążliwych

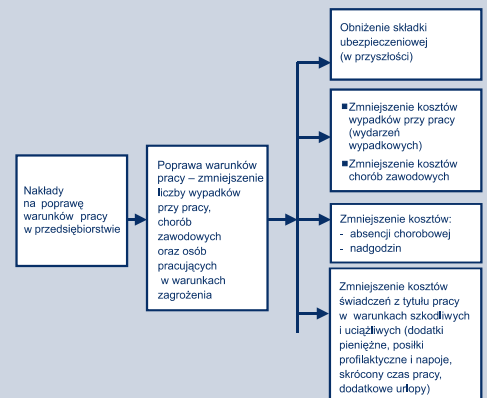
Z tytułu pracy w warunkach szkodliwych dla zdrowia lub uciążliwych, na podstawie branżowych układów pracy lub innych przepisów, przysługują pracującym świadczenia, których koszty ponoszone są przez pracodawcę. Koszty te dotyczą posiłków profilaktycznych i regeneracyjnych, napojów oraz innych środków odżywczych wydawanych nieodpłatnie pracownikom, dodatków pieniężnych, skróconego czasu pracy, dodatkowych urlopów oraz innych uprawnień (np. możliwości wcześniejszego, niż ogólnie przyjęto, przejścia na emeryturę).

Koszty profilaktyki

Koszty profilaktyki obejmują: koszt zatrudnienia pracowników bhp lub koszt obsługi w zakresie bhp przez specjalistów zewnętrznych, koszty zakupu środków ochrony indywidualnej i zbiorowej, koszty zakupu i prania ubrań roboczych, koszty zakupu środków czystości, koszty związane z oceną ryzyka zawodowego, koszty auditów, koszty pomiarów czynników szkodliwych w środowisku pracy, koszty badań lekarskich, koszty szkoleń bhp, koszty organizacji i utrzymania służb ratowniczych i pożarniczych, koszty promocji i informacji, koszty zmian w wyposażeniu stanowisk oraz pomieszczeń pracy oraz koszty zmian w organizacji produkcji.

Koszty ogółem, korzyści, okres zwrotu inwestycji

Zgodnie z proponowanym modelem, ponoszenie dodatkowych nakładów inwe-



Rys. 1. Podstawowe korzyści z poprawy warunków pracy, uwzględnione w modelu AKK v.2.0. (opracowanie własne)

stycznych na poprawę warunków pracy w przedsiębiorstwie powinno prowadzić do zmniejszenia liczby wypadków przy pracy i chorób zawodowych oraz liczby osób pracujących w warunkach szkodliwych i uciążliwych dla zdrowia (rys. 1.). Poprawa warunków pracy powinna przynieść także korzyści wyrażone w formie pieniężnej związane ze zmniejszeniem kosztów wypadków przy pracy (wydarzeń wypadkowych), chorób zawodowych, zmniejszeniem kosztu absencji chorobowej oraz kosztu nadgodzin spowodowanych nieodpowiednimi warunkami pracy, zmniejszeniem kosztów świadczeń dla pracowników z tytułu pracy w warunkach szkodliwych i uciążliwych dla zdrowia. Po wejściu w życie zróżnicowanej składki na ubezpieczenie wypadkowe wynikiem poprawy warunków pracy w przedsiębiorstwie będzie obniżenie kosztu płaconej składki na ubezpieczenie wypadkowe ZUS.

Model AKK v.2.0. umożliwi prognozowanie poszczególnych składników kosztów bhp przez przemnożenie zarówno odpowiednich składników kosztów bhp, jak i wielkości wpływających na wysokość tych kosztów (np. przeciętna stawka godzinowa pracy, liczba osób, które mają być objęte badaniami lekarskimi lub szkoleniem) przez współczynnik szacowany w odniesieniu do tych składników. Model umożliwi następnie porównywanie dokonywanych prognoz z późniejszymi rzeczywistymi kosztami bhp. Korzyści z działalności profilaktycznej stanowią różnicę między ogólnymi kosztami bhp w analizowanym okresie a ogólnymi kosztami bhp w okresie bazowym.

Program komputerowy do analizy kosztów i korzyści bhp

Do celów analiz kosztów i korzyści bhp prowadzonych zgodnie z proponowaną nową wersją modelu opracowany został program komputerowy AKK v.2.0.

Charakterystyka techniczna programu

Program AKK v.2.0. stanowi aplikację stworzoną w mieszanej technologii. Do poprawnej pracy wymaga on zainstalowania przeglądarki internetowej Internet Explorer w wersji minimum 5.5. Na komputerze na którym program jest uruchamiany wymagane jest też zainstalowanie obsługi protokołu TCP/IP (minimum należy zainstalować albo kartę sieciową albo Dial-Up Networking). Aplikacja stworzona jest jako pakiet stron HTML wykorzystujących aktywnie mechanizmy DHTML i JavaScript po stronie przeglądarki oraz język skryptowy PHP po stronie aplikacji – serwera. Dzięki takiemu rozwiązaniu istnieje duża swoboda rozwoju oprogramowania i łatwość aktualizacji. Istnieje też możliwość pełnego przeniesienia systemu do typowej sieci wewnętrznej zakładowej lub do sieci Internet.

Program główny uruchamiany po wybraniu odpowiedniej ikony spełnia funkcje interfejsu graficznego z osadzonym oknem przeglądarki internetowej (uniką się w ten sposób uciążliwych pasków) oraz serwera WWW z obsługą CGI. Posiada też proste skróty do najważniejszych części systemu. Nie jest jednak w jakikol-

wiek sposób powiązany z obróbką danych. Właściwy kod aplikacji zawierają strony WWW. Dane przechowywane są w prostych plikach tekstowych, co ułatwia ewentualną wymianę między różnymi ośrodkami.

Opis działania programu

Program AKK v.2.0. (analiza koszt–korzyść) umożliwia m.in. wprowadzanie danych potrzebnych do przeprowadzenia analizy kosztów bhp oraz prognozowanie kosztów i korzyści bhp w przedsiębiorstwie w dowolnym okresie (rys. 2.). Program składa się z następujących ekranów:

- Analiza kosztów
- Prognozowanie kosztów
- Zestawienia koszt – korzyść
- Karty kosztów wypadków
- Karty kosztów chorób zawodowych
- Konfiguracja programu
- Strona tytułowa.

Ekran analizy kosztów, prognozowania kosztów, kart kosztów wypadków oraz kart kosztów chorób zawodowych mają formę ekranów „przewijanych” przy pomocy suwaka.

Konfiguracja programu

Ekran konfiguracji programu służy do wprowadzenia parametru początkowego (nazwa przedsiębiorstwa lub jego wydziału) i powinien być wypełniony przed rozpoczęciem pracy z programem. Program zapamiętuje wprowadzone dane w celu

ich wykorzystania w prowadzonych dalszych analizach oraz wydrukach tabelarycznych i graficznych.

Analiza kosztów

Analiza kosztów bhp może być prowadzona zarówno w odniesieniu do całego przedsiębiorstwa, jak i wybranego wydziału/oddziału i może obejmować dowolny okres. Program umożliwia także prowadzenie analizy porównawczej dotyczącej zarówno wybranych wydziałów/oddziałów przedsiębiorstwa, jak i różnych przedsiębiorstw.

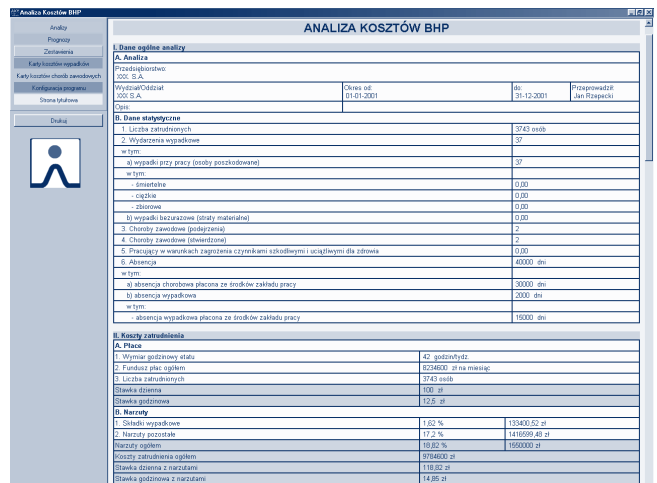
W celu przeprowadzenia analizy kosztów bhp niezbędne jest wprowadzenie następujących danych:

- dane statystyczne z uwzględnieniem m.in. liczby zatrudnionych, wydarzeń wypadkowych, chorób zawodowych, pracujących w warunkach zagrożenia czynnikami szkodliwymi i uciążliwymi dla zdrowia oraz absencji
- koszty zatrudnienia: płace, narzuty
- koszty wypadków przy pracy (możliwość pobrania danych z indywidualnych kart kosztów wypadków przy pracy)
- koszty chorób zawodowych (możliwość pobrania danych z indywidualnych kart kosztów choroby zawodowej)
- koszty absencji
- koszty nadgodzin
- koszty świadczeń
- koszty profilaktyki.

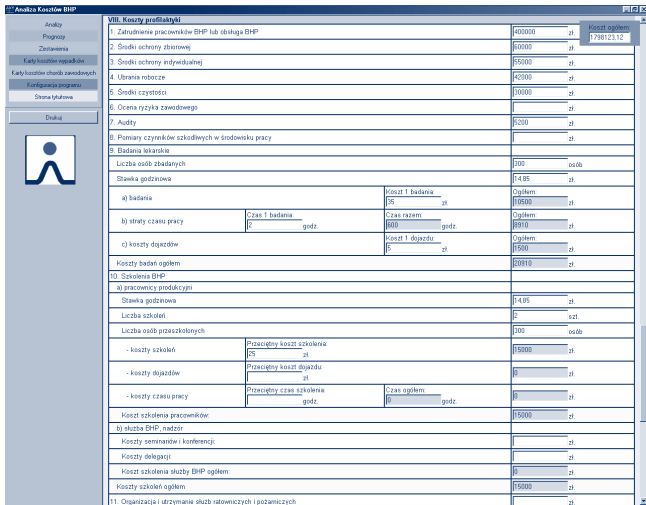
Rys. 3. przedstawia zakres wprowadzanych i obliczanych przez program AKK v.2.0 informacji zawartych w „Ana-



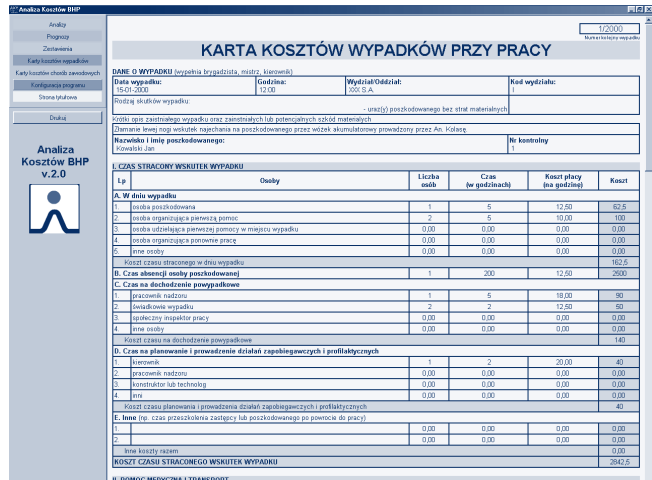
Rys. 2. Okno główne programu AKK v.2.0.



Rys. 3. Okno analizy kosztów programu AKK v.2.0.



Rys. 4. Okno analizy kosztów programu AKK v.2.0. (cd. rys. 3.)



Rys. 5. Okno karty kosztów wypadków przy pracy programu AKK v.2.0. (1. strona)

lizie kosztów” dotyczących danych statystycznych oraz kosztów zatrudnienia.

W miarę uzupełniania kolejnych danych program na bieżąco informuje o całkowitych kosztach (rys. 4.). Ponadto umożliwia on zapamiętywanie wprowadzanych danych, np. w celu ich późniejszej korekty oraz przenoszenia wybranych danych (wprowadzonych lub obliczonych) w ramach analizy kosztów bhp do prognozy kosztów i korzyści bhp. Rys. 4. przedstawia większość wprowadzanych i obliczanych przez program AKK v.2.0 informacji zawartych w „Analizie kosztów” dotyczących kosztów profilaktyki.

Prognozowanie kosztów bhp

Program AKK v.2.0. umożliwia prognozowanie kosztów BHP oraz obliczanie korzyści dla każdego wariantu prognozy. Użytkownik programu ma możliwość procentowego wprowadzenia określenia wzrostu lub zmniejszenia (ew. pozostawienia tych samych danych bez zmian) poszczególnych składników kosztów lub innych danych w stosunku do okresu bazowego.

Zestawienia koszt – korzyść

Zestawienie można przeprowadzić w kilku wariantach w formie tabelarycznego lub graficznego zestawienia wynikowego obejmującego:

- warunki pracy w przedsiębiorstwie
- koszty bhp
- koszty wypadków przy pracy (wy-

darzeń wypadkowych)

- koszty świadczeń z tytułu pracy w warunkach szkodliwych i uciążliwych dla zdrowia w przedsiębiorstwie
- koszty profilaktyki.

Istnieje ponadto możliwość przeniesienia zestawień tabelarycznych do programu Microsoft Excel i następnie generowanie dowolnych zestawień graficznych nie ujętych w programie AKK v.2.0.

Karty kosztów wypadków

Program umożliwia wprowadzanie, edytowanie, usuwanie i drukowanie kart kosztów wypadków (rys. 5.). Każda karta składa się z następujących rodzajów kosztów:

- czas stracony w skutek wypadku
- pomoc medyczna i transport
- nadgodziny
- zastępstwa
- zakłócenia w produkcji
- straty materialne
- naprawy
- odszkodowania
- inne koszty.

Po wprowadzeniu niezbędnych danych program oblicza poszczególne składniki kosztów wypadków, a następnie je sumuje. Suma kosztów zostaje pomniejszona o odszkodowania otrzymane przez przedsiębiorstwo z instytucji ubezpieczeniowych. Gotowe karty można ponadto porządkować według różnych kryteriów np. według daty zaistnienia wypadku lub według kosztów.

Program umożliwia przenoszenie obliczonych składników kosztów dotyczących poszczególnych wypadków w okresie objętym analizą do ekranu analizy kosztów i uwzględnienie ich w ogólnych kosztach bhp.

Karty kosztów chorób zawodowych

Podobnie jak w przypadku karty kosztów wypadków, program AKK v.2.0. umożliwia wprowadzanie, edytowanie, usuwanie i drukowanie kart kosztów chorób zawodowych. Tutaj również gotowe karty można porządkować według różnych kryteriów oraz przenosić je do ekranu analizy kosztów.

*
* *

Podobnie jak w innych obszarach zarządzania, również w obszarze bhp konieczne jest analizowanie zarówno kosztów, jak i korzyści wynikających z prowadzonych działań. Analizy ekonomiczne w obszarze bhp, uwzględniające wszystkie podstawowe składniki kosztów, ułatwiają planowanie działań profilaktycznych w taki sposób, aby ich skuteczność była możliwie największa przy jak najmniejszych kosztach. Równocześnie sprzyjają one wykazaniu, że wysoki poziom bhp przyczynia się do osiągnięcia większych zysków przedsiębiorstwa, a brak dbałości o bezpieczeństwo i ochronę zdrowia pracowników się nie opłaca.

Przedstawiony program komputerowy AKK v.2.0. powinien stanowić odpowied-

nie narzędzie wspomagające prowadzenie analiz ekonomicznych w obszarze bhp w przedsiębiorstwach. Program ten oparty jest na modelu uwzględniającym wszystkie istotne składniki wpływające na koszty bhp. W związku z tym program komputerowy AKK v.2.0. powinien stanowić odpowiednie narzędzie ułatwiające zarówno monitorowanie kosztów bhp, jak i ekonomiczną ocenę skuteczności podejmowanych działań prewencyjnych w przedsiębiorstwie. Może być więc wykorzystany do podejmowania w przedsiębiorstwach optymalnych ekonomicznie decyzji inwestycyjnych w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy. Program ten jest szczególnie zalecany do oceny ekonomicznej wdrażanych w przedsiębiorstwach systemów zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy.

PIŚMIENICTWO

[1] *The costs and benefits of occupational safety and health*. Dublin, European Foundation for the improvement of Living and Working Conditions 1998

[2] Oxenbrough M. S., Marlow P. S. *Economic models for Ergonomists*. International encyclopaedia of ergonomics and human factor. Edited by W. Karwowski. London, Taylor & Francis 2000

[3] Pawłowska Z., Rzepecki J. *Zarządzanie bhp w przedsiębiorstwie. Aspekty ekonomiczne*. Inspektor Pracy, nr 4(218), 2001

[4] Fuller C. *Modelling continuous improvement and benchmarking processes through the use of safety-benefit curves*. XVIth World Congress on Safety and Health at Work, 26-31 May 2002, Vienna

[5] Grundel G. *Economical reflection of occupational safety and health (OSH)*. XVIth World Congress on Safety and Health at Work, 26-31 May 2002, Vienna

[6] PN-N-18004:2001: *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy*. Wytyczne

[7] Rzepecki J. *Bhp w przedsiębiorstwie – model analizy kosztów i korzyści*. Bezpieczeństwo Pracy, nr 2(367), 2002

[8] Rzepecki J. *Cost – benefits analysis of occupational health and safety management in the enterprises*. XVIth World Congress on Safety and Health at Work, 26-31 May 2002, Vienna

[9] Pawłowska Z., Rzepecki J. *Impact of Economic incentives on costs and benefits of occupational health and safety*. International Journal of Safety and Ergonomics, Special Issue 2000, 71-83

[10] Pawłowska Z., Rzepecki J. *Wpływ stymulatorów ekonomicznych na koszty bezpieczeństwa i higieny pracy*. Inspektor Pracy, nr 9 (211), 2000

[11] Pawłowska Z., Rzepecki J. *Metoda obliczania kosztów wypadków przy pracy w przedsiębiorstwie*. Bezpieczeństwo Pracy, nr 9(326), 1998

[12] Cichy B. *Kodeks pracy po nowelizacji*. Ośrodek Doradztwa i Szkolenia. Warszawa – Jaktorów 2002

prof. dr hab. inż. JERZY S. MICHALIK
mgr AGNIESZKA GAJEK
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Substancje niebezpieczne powstające podczas poważnych awarii przemysłowych

Analiza poważnych awarii przemysłowych wykazała, że w wielu przypadkach w trakcie ich przebiegu powstały niebezpieczne substancje chemiczne, nie występujące w normalnych warunkach procesu lub magazynowania.

Wiele z tych substancji charakteryzowało się bardzo niebezpiecznymi właściwościami – były to substancje bardzo toksyczne, wybuchowe o wysokim stopniu wybuchowości oraz skrajnie łatwo palne. A więc substancje o małych wartościach progowych Q_0 , ustalonych w części 1. kryteriów kwalifikacyjnych – substancje nazywane, lub określonych w części 2. obejmującej kategorie (klasy) substancji (*Dyrektywa Seveso II* [1] oraz przepisy polskie [2,3]).

Powstawały także w licznych przypadkach substancje niebezpieczne innych kategorii, zarówno tych, które zostały ujęte w kryteriach kwalifikacyjnych, posiadających relatywnie duże wartości Q_0 , jak i innych kategorii, których *Dyrektywa Seveso II* nie uwzględnia.

Informacje o awariach

Analiza zaistniałych poważnych awarii została wykonana przez V. Cozzani oraz S. Zanelli w pracy zatytułowanej *EUCLID – A Study on Emission of Unwanted Compounds Linked to Industrial Disasters (Studium na temat emisji niepożądanych związków związanej z katastrofami przemysłowymi)*, która została wykonana na zlecenie Komisji UE w ramach działań koordynowanych przez Major – Accident Hazards Bureau – MAHB (Biuro Zagrożeń Poważnymi Awariami) w Joint Research Centre i opublikowana [4].

Analizę poddano dane o 550 awariach. Liczba awarii, w których uczestniczyły niebezpieczne substancje chemicz-

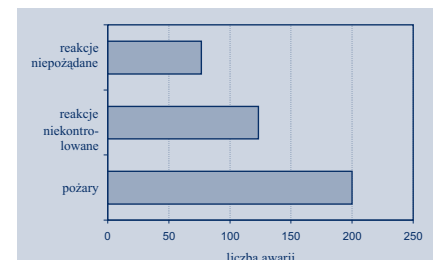
ne, i w których powstały lub prawdopodobnie powstały dodatkowe substancje niebezpieczne wynosiła 406. W sumie w analizowanych zdarzeniach awaryjnych wystąpiło ponad 350 substancji chemicznych [4].

Szczególną uwagę zwrócono na zdarzenia awaryjne, w których wystąpiły pożary, reakcje wymkły się spod kontroli oraz wystąpiły reakcje niepożądane, prowadzące do powstania (lub prawdopodobnego powstania) substancji niebezpiecznych, nie występujących w normalnych warunkach danego procesu.

Analiza danych wykazała, że spośród trzech głównych scenariuszy awarii, które prowadzą do powstawania substancji chemicznych, których nie ma w warunkach normalnych, to znacząco:

- pożarów
 - reakcji niekontrolowanych, w rezultacie utraty kontroli (*runaway reactions*)
 - reakcji niepożądanych (zazwyczaj w wyniku nieplanowanego kontaktu substancji),
- najbardziej znaczącą rolę odgrywają pożary i stanowią ok. 49% wszystkich przypadków, następnie reakcje niekontrolowane – ok. 32% i wreszcie reakcje niepożądane – ok. 19% (rys. 1.).

Autorzy pracy [4] podkreślają przy tym, że rola pożarów z punktu widzenia powstawania dodatkowych substancji



Rys. 1. Scenariusze awarii prowadzące do powstawania substancji chemicznych nie występujących w warunkach normalnych danego procesu [4]