

Katarzyna Konieczko
Anna Pałaszewska-Tkacz
Sławomir Czerczak

CZynniki chemiczne o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy w Polsce w latach 2008–2010

CHEMICAL CARCINOGENIC AND MUTAGENIC AGENTS IN THE WORKPLACE, POLAND, 2008–2010

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera / Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland
Zakład Bezpieczeństwa Chemicznego / Department of Chemical Safety

STRESZCZENIE

Wstęp: Celem artykułu jest przedstawienie informacji o występowaniu w zakładach pracy w Polsce czynników o działaniu rakotwórczym lub mutagennym oraz o liczbie zgłoszonych przez pracodawców osób narażonych zawodowo na te czynniki na podstawie danych zgromadzonych w centralnym rejestrze. Omówiono cele i zadania prowadzonego rejestru oraz zakres i sposób gromadzenia danych. **Materiał i metody:** Analizie poddano dane dotyczące substancji chemicznych i procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym nadesłane do centralnego rejestru w latach 2008–2010. **Wyniki:** W omawianych latach zgłoszono do rejestru ponad 300 rakotwórczych lub mutagennych substancji chemicznych (corocznie zgłaszało je ok. 2,5 tys. zakładów pracy). Spośród procesów technologicznych uznanych za zawodowe kancerogeny wykazywano prace w narażeniu na pyły drewna twardego oraz procesy technologiczne związane z narażeniem na wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) obecne w produktach węglowych. Prace w kontakcie z pyłami drewna twardego zgłaszało corocznie po ok. 660 zakładów pracy, a liczba zgłoszonych osób zawodowo narażonych na ten czynnik wynosiła 11–13 tys. rocznie. Procesy technologiczne związane z narażeniem na WWA obecne w produktach węglowych zgłaszało 117–125 zakładów pracy, a osób narażonych zgłaszano ok. 3 tys. rocznie. **Wnioski:** Najbardziej rozpowszechnionymi rakotwórczymi/mutagennymi substancjami chemicznymi były benzen, związki chromu(VI) – dichromian(VI) i chromian(VI) potasu, tritlenek chromu oraz inne związki chromu(VI), tlenek etylenu, azbest, benzo[a]piren oraz jedna z niespecyfikowanych benzyn. Najwięcej mężczyzn było narażonych na poszczególne WWA i benzen, a kobiet – na benzen, dichromian(VI) potasu, chromian(VI) potasu, akrylamid, tlenek etylenu i niespecyfikowaną benzynę. Brak jednoznacznej definicji narażenia na czynniki rakotwórcze powoduje, że pracodawcy mają problem z właściwym określeniem liczby narażonych pracowników. Med. Pr. 2013;64(2):181–192

Słowa kluczowe: czynnik rakotwórczy, czynnik mutagenny, środowisko pracy, rejestr

ABSTRACT

Background: The aim of this paper is to present a concise but comprehensive information on the occurrence of carcinogenic or mutagenic agents in Polish enterprises and the number of workers exposed to those agents reported to the central register by employers. Objectives and responsibilities of the register, as well as the range and methods of data gathering are discussed. **Material and Methods:** Data concerning carcinogenic or mutagenic chemical substances and technological processes reported to central register in 2008–2010 were analyzed. **Results:** In 2008–2010 more than 300 carcinogenic or mutagenic chemical substances were reported to the register. Approximately 2500 plants reported above 150 000 per-person-exposures annually. Among all technological processes regarded as occupational carcinogens, hardwood dusts exposure (about 660 companies; 11 000–13 000 exposed workers each year) and exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) present in coal products (117–125 plants/ 3000 exposed per year) were reported. **Conclusions:** The most widespread carcinogenic/mutagenic substances were: benzene, chromium(VI) compounds: potassium dichromate and chromate, chromium(VI) trioxide and other chromium compounds, ethylene oxide, asbestos, benzo[a]pyrene and gasoline. The highest number of men was exposed to particular PAHs and benzene, and the majority of women was exposed to benzene, potassium dichromate and chromate, acrylamide, ethylene oxide and gasoline. The lack of clear-cut definition of occupational exposure to carcinogen creates a problem faced by employers in defining the accurate number of exposed workers. Med Pr 2013;64(2):181–192

Key words: carcinogen, mutagen, occupational environment, register

Adres autorów: Zakład Bezpieczeństwa Chemicznego, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera,
św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: konieczk@imp.lodz.pl
Nadesłano: 4 grudnia 2012, zatwierdzono: 25 lutego 2013

WSTĘP

Jednym z czynników powodujących wzrost liczby przypadków zachorowań na nowotwory złośliwe jest narażenie na różnego rodzaju czynniki rakotwórcze przedostające się do środowiska na skutek gospodarczej działalności człowieka. Nowa polityka Unii Europejskiej dotycząca chemikaliów zakłada stopniowe zastępowanie substancji o działaniu rakotwórczym lub mutagenym zamiennikami stwarzającymi mniejsze zagrożenie dla zdrowia człowieka (1). Przy obecnym stopniu rozwoju technologicznego nie jest jednak możliwe całkowite wycofanie kancerogenów, zwłaszcza że część z nich jest naturalnym składnikiem surowców pozyskiwanych z przyrody – np. benzen jest składnikiem ropy naftowej.

Szczególną grupę osób narażonych na kancerogeny lub mutageny stanowią pracownicy ekspozowani na czynniki rakotwórcze lub mutagenne na swoich stanowiskach pracy. W środowisku pracy spotykana jest znacznie większa różnorodność tych czynników, a ponadto często, zwłaszcza na stanowiskach pracy związanych bezpośrednio z produkcją, występują większe stężenia omawianych czynników niż w środowisku komunalnym. Z tego powodu szczególnie istotne są wszelkie działania zmierzające do zmniejszania narażenia pracowników na czynniki rakotwórcze lub mutagenne. Pierwszym etapem tych działań musi być szczegółowe rozpoznanie czynników rakotwórczych lub mutagennych w zakładach pracy i określenie przez pracodawców skali występującego narażenia zawodowego.

W świetle polskiego ustawodawstwa pracodawca ma obowiązek prowadzenia rejestru prac, których wykonywanie powoduje konieczność pozostawania w kontakcie z czynnikami o działaniu rakotwórczym lub mutagenym oraz rejestru pracowników narażonych zawodowo na te czynniki. Obowiązek ten wymusza na pracodawcy dokładne prześledzenie prac i procesów technologicznych występujących w podległym zakładzie pracy pod kątem występowania czynników rakotwórczych lub mutagennych oraz określenie liczby pracowników narażonych na te czynniki.

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi (IMP) został zobligowany do prowadzenia centralnego rejestru, w którym są gromadzone informacje z terenu całego kraju na podstawie danych uzyskiwanych od pracodawców (2,3). Centralny Rejestr Danych o Narażeniu na Substancje, Mieszaniny, Czynniki i Procesy Technologiczne o Działaniu Rakotwórczym lub Mutagenym stanowi unikalne źródło informacji o występowaniu kancerogenów i mutagenów w środowisku pra-

cy oraz o zawodowym narażeniu pracowników w skali kraju i jest istotnym elementem podejmowania działań związanych z zarządzaniem ryzykiem. Rejestr jest również istotnym źródłem jakościowych i ilościowych informacji dotyczących narażenia na konkretnych stanowiskach pracy, takich jak rodzaj czynnika, czas narażenia (średni czas narażenia w trakcie zmiany roboczej oraz liczba dni narażenia w roku na danym stanowisku pracy), stężenie lub natężenie czynników zmierzone na stanowisku pracy oraz ilość substancji chemicznej stosowanej w ciągu roku.

Zgromadzenie danych z terenu całego kraju w postaci centralnej bazy ma szczególne znaczenie ze względu na możliwość szybkiego uzyskania informacji o narażeniu zawodowym sprzed wielu lat, w tym również o zakładach pracy, które uległy w międzyczasie likwidacji. Nie bez znaczenia jest również, że weryfikacja i analiza zgromadzonych danych na szczeblu centralnym wymusza na pracodawcach bardziej rzetelny sposób prowadzenia rejestrów na poziomie zakładu pracy. Dane jednostkowe zgromadzone w rejestrze zawierają informacje poufne, dostęp do szczegółowych informacji z terenu całej Polski ma Główny Inspektor Sanitarny, natomiast państwowi wojewódzcy inspektorzy sanitarni oraz okręgowi inspektorzy pracy mają dostęp do danych z właściwego dla nich terenu.

W niniejszej pracy przedstawiono problematykę związaną z występowaniem dwóch grup kancerogenów/mutagenów zawodowych – substancji chemicznych (zarówno występujących w postaci własnej, jak i jako składniki mieszanin) oraz procesów technologicznych, w których dochodzi do uwalniania substancji lub mieszanin o działaniu rakotwórczym lub mutagenym w latach 2008–2010. Przeanalizowano liczbę i rodzaj zgłaszanych substancji w podziale na złożone substancje węglowodородne, ropopochodne i pozostałe substancje chemiczne, zestawiono liczbę zakładów pracy zgłaszających występowanie substancji chemicznych oraz procesów technologicznych w omawianych latach oraz zgłoszoną przez pracodawców liczbę osób uznanych za narażone zawodowo na te czynniki (w tym także w podziale na mężczyzn i kobiety) oraz wskazano priorytetowe substancje i procesy technologiczne o działaniu rakotwórczym lub mutagenym w środowisku pracy w Polsce, uwzględniając ich rozpowszechnienie i liczbę narażonych na nie pracowników. W niniejszej pracy omówiono także problemy z interpretacją pojęcia „narażenie na czynnik rakotwórczy/mutageny” i w związku z tym – z właściwym określaniem w zakładzie pracy liczby osób narażonych.

MATERIAŁ I METODY

W artykule wykorzystano dane z Centralnego Rejestru Danych o Narażeniu na Substancje, Preparaty, Czynniki i Procesy Technologiczne o Działaniu Rakotwórczym lub Mutagennym. Gromadzone są w nim dane o czynnikach rakotwórczych lub mutagennych w środowisku pracy z terenu całego kraju na podstawie informacji zgłaszanych przez pracodawców. Od 2005 r. podstawą prawną szczegółowo regulującą zakres i tryb zbierania informacji było Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 1 grudnia 2004 r. w sprawie substancji, preparatów, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy (2). Uregulowało ono dwa poniżej omówione aspekty związane z prowadzeniem rejestrów w zakładach pracy.

W załączniku nr 1 do ww. rozporządzenia zostały zamieszczone szczegółowe wykazy czynników uznanych za kancerogeny lub mutageny zawodowe podlegające obowiązkowi rejestrowania. W zakresie substancji chemicznych, preparatów i procesów technologicznych wykazy te zostały ujednoczone z wykazami obowiązującymi w Unii Europejskiej (4,5). Należy podkreślić, że wprowadzony w Unii system ochrony pracowników przed kancerogenami obejmuje również substancje mutagenne (5). W zdecydowanej większości substancje mutagenne są jednocześnie zaklasyfikowane jako rakotwórcze – w wykazie spośród 819 substancji jedynie 2 zostały zamieszczone wyłącznie ze względu na własności mutagenne.

Z kolei w załączniku nr 2 do ww. rozporządzenia określono zakres informacji gromadzonych w rejestrach. Rejestr prac zawiera informacje identyfikujące przedsiębiorstwo, wykaz występujących w nim czynników o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy wraz z uzasadnieniem konieczności ich stosowania w zakładzie, liczbę mężczyzn i kobiet narażonych na każdy wykazany czynnik, a także szczegółowy opis stanowisk pracy. Corocznie, w terminie do 15 stycznia następnego roku, pracodawca jest zobowiązany do przekazania w formie pisemnej informacji zawartych w rejestrze prac w kontakcie z czynnikami rakotwórczymi lub mutagennymi do właściwego terytorialnie państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego i wojewódzkiego inspektora pracy.

Stacje sanitarno-epidemiologiczne wyznaczone przez poszczególnych wojewódzkich inspektorów sanitarnych wprowadzają te dane za pomocą opracowanego w Instytucie Medycyny Pracy w Łodzi programu komputerowo-

wego, który umożliwia przesłanie następnie informacji do Instytutu w formie elektronicznej. W IMP informacje przesłane z terenu całego kraju są weryfikowane i scalane, a baza danych centralnego rejestru umieszczona na serwerze Instytutu jest corocznie aktualizowana – wykorzystywane jest w tym celu specjalistyczne oprogramowanie opracowane w IMP na potrzeby centralnego rejestru. Należy podkreślić, że pracodawca ma również obowiązek sporządzania imiennego rejestru pracowników narażonych na czynniki rakotwórcze, ale informacje gromadzone w centralnym rejestrze nie obejmują danych osobowych narażonych pracowników. Do obliczeń i sporządzania zbiorczych zestawień przedstawionych w niniejszym artykule wykorzystano arkusz kalkulacyjny Excel.

WYNIKI BADAŃ

Substancje chemiczne

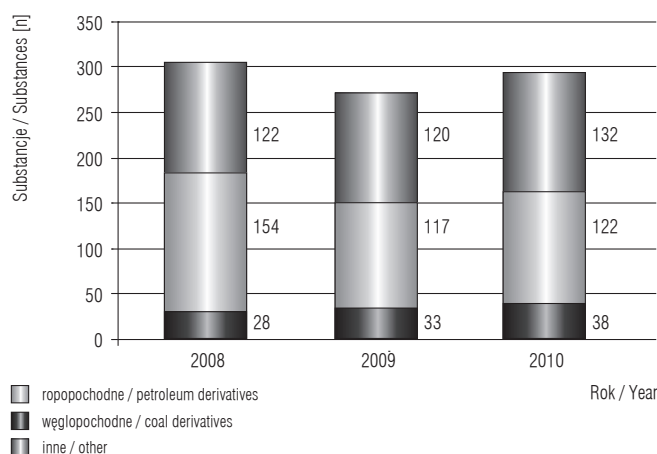
Największą i najbardziej różnorodną część wykazu substancji, preparatów, czynników i procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym (1) stanowią kancerogeny i mutageny chemiczne. Zgodnie z artykułem 2 Dyrektywy 2004/37/WE (5) za substancje rakotwórcze lub mutagenne w środowisku pracy uznawane są substancje zaklasyfikowane jako rakotwórcze lub mutagenne kategorii 1 albo 2 według systemu klasyfikacji chemikaliów wprowadzonego Dyrektywą 67/548/EWG (4).

W wykazie umieszczono 819 substancji chemicznych, w tym ponad 650 złożonych substancji wytwarzanych z węgla (152 substancje) lub z ropy naftowej (511 substancji), które w momencie opracowywania Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 1 grudnia 2004 r. w sprawie substancji, preparatów, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy (2) były zaklasyfikowane zgodnie z ustawodawstwem unijnym do kategorii 1 albo 2. Pozostałe substancje chemiczne, niebędące złożonymi węglowodnikami ani ropowodnikami, są umieszczone w 156 pozycjach wykazu. Każdej substancji przypisano stężenie graniczne, tzn. zawartość substancji w mieszaninie, od której całą mieszaninę (zwaną poprzednio preparatem chemicznym) klasyfikuje się jako rakotwórczą lub mutagenną, zgodnie z odrębnymi przepisami dotyczącymi klasyfikacji mieszanin chemicznych (6).

Należy podkreślić, że wykaz substancji chemicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym nie był aktualizowany od 2004 aż do 2012 r. W tym czasie zarów-

no w Polsce, jak i w całej Unii Europejskiej kilkakrotnie zmieniano i uzupełniano obowiązującą klasyfikację urzędową substancji chemicznych, dostosowując ją do postępu technicznego (7–11). W wyniku tych zmian prawie 100 kolejnych substancji powinno podlegać rejestrowaniu jako kancerogeny lub mutageny zawodowe. Mając na uwadze przede wszystkim dbałość o zdrowie pracowników, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi gromadził w centralnym rejestrze również informacje o substancjach, które nie były umieszczone w wykazie z 2004 r., ale w późniejszych latach zostały zaklasyfikowane urzędowo jako substancje rakotwórcze lub mutagenne odpowiednich kategorii, jeżeli substancje takie zostały zgłoszone przez pracodawców.

W latach 2008–2010 przesłano do rejestru informacje o odpowiednio 312, 270 i 292 substancjach działających rakotwórczo lub mutagenie występujących w zakładach pracy w Polsce (ryc. 1).



Ryc. 1. Substancje chemiczne o działaniu rakotwórczym lub mutagenym w Polsce w latach 2008–2010 zgłoszone do centralnego rejestru

Fig. 1. Carcinogenic or mutagenic chemical substances reported to the central register, Poland, 2008–2010

W latach 2009 i 2010 najczęściej nadesłanych zgłoszeń dotyczyło grupy substancji niebędących złożonymi węglpochodnymi ani ropopochodnymi. Liczba tych substancji zgłaszanych do rejestru w latach 2008–2010 wynosiła odpowiednio: 122, 120 i 132, co stanowiło odpowiednio: 39,1%, 44,4% i 45,2% wszystkich zgłoszonych w danym roku substancji. W 2008 r. dominowały zgłoszenia złożonych produktów otrzymywanych z ropy naftowej – do rejestru przesłano informacje o występowaniu w zakładach pracy 154 ropopochodnych, co stanowiło 49,4% wszystkich zgłoszeń substancji chemicznych. W kolejnych latach liczba zgłaszanych do rejestru ropopochodnych zmniejszyła się do 117 w 2009 r. i 122 w 2010 r., ale i tak pochodne ropy naftowej stanowiły powyżej 40% wszystkich zgłaszanych do rejestru substancji.

Znacznie mniejszą grupę zgłaszanych substancji stanowią złożone pochodne otrzymywane z węgla – stanowiły one 11,5–13,0% zgłaszanych kancerogenów/mutagenów chemicznych, a ich liczba wynosiła odpowiednio: 36, 33 i 38 w kolejnych omawianych latach. Należy podkreślić, że w pojedynczych przypadkach pracodawcy zgłaszali substancje nieumieszczone jeszcze w wykazie substancji o działaniu rakotwórczym lub mutagenym w środowisku pracy obowiązującym od 2004 r., natomiast zaklasyfikowane w późniejszych latach jako rakotwórcze lub mutagenne w odrębnych przepisach dotyczących klasyfikacji chemikaliów (7–11). W latach 2008 i 2009 zgłoszono po 2 takie substancje – karbendazym i dichlorek niklu, natomiast w 2010 r. dodatkowo zgłoszono jeszcze 2 pigmenty zawierające chrom(VI) – żółty 34 i czerwony 104.

W tabeli 1. zestawiono liczbę zakładów pracy i sumaryczną liczbę zgłoszonych osobonarażeń na wszystkie substancje chemiczne ogółem oraz w podziale na mężczyzn i kobiety w latach 2008–2010.

Tabela 1. Osobonarażenia na substancje chemiczne o działaniu rakotwórczym lub mutagenym zgłoszone do centralnego rejestru przez zakłady pracy w Polsce w latach 2008–2010

Table 1. Number of per-person-exposures to carcinogenic or mutagenic chemical substances reported to the central register by enterprises, Poland, 2008–2010

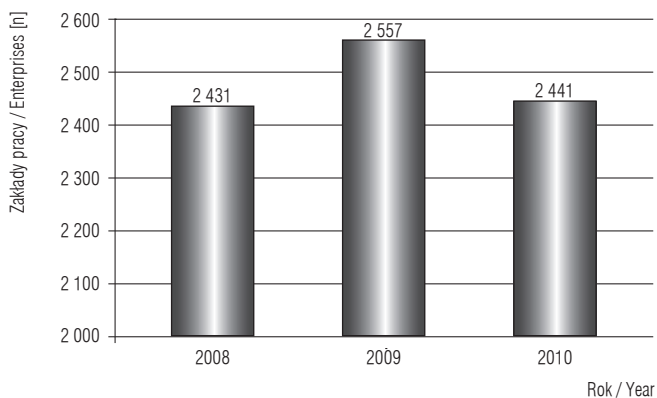
| Rok Year | Zakłady pracy Enterprises [n] | Osobonarażenia Per-person-exposures [n] | | |
|-------------|-------------------------------------|---|------------------|------------------|
| | | ogółem total | mężczyźni men | kobiety women |
| 2008 | 2 431 | 158 988 | 127 772 | 31 216 |
| 2009 | 2 557 | 168 849 | 138 198 | 30 651 |
| 2010 | 2 441 | 168 478 | 135 420 | 33 058 |

Rozporządzenie z 2004 r. (2) nie wymagało od pracodawcy podania łącznej liczby osób narażonych na rakotwórcze lub mutagenne substancje chemiczne, podawana była jedynie liczba osób narażonych (w podziale na mężczyzn i kobiety) na poszczególne kancerogeny. Rozwiązanie takie pozwalało na obliczenie łącznej liczby osób narażonych na konkretną substancję w skali kraju, natomiast nie było możliwe dokładne obliczenie rzeczywistej liczby osób narażonych na wszystkie zgłaszane substancje chemiczne razem.

Zsumowanie liczby osób narażonych na wybraną grupę substancji lub na wszystkie substancje daje wynik zawyżony, ponieważ na wielu stanowiskach pracy ta sama osoba jest narażona zawodowo na kilka rakotwórczych/mutagennych substancji chemicznych. Z tego powodu do celów porównawczych wprowadzono parametr nazwany „osobonarażeniem”. Jest to łączna suma liczb osób narażonych na wszystkie substancje wykazane w danym roku kalendarzowym lub np. na kilka substancji należących do określonej grupy. Liczba osobonarażeń stanowi więc w przypadku grupy substancji jeden z obiektywnych parametrów służących do porównywania ilości nadsyłanych do rejestru informacji w kolejnych latach. Należy jednak podkreślić, że jest to liczba znacznie zawyżona w stosunku do rzeczywistej liczby osób zawodowo narażonych na substancje o działaniu rakotwórczym lub mutagenym.

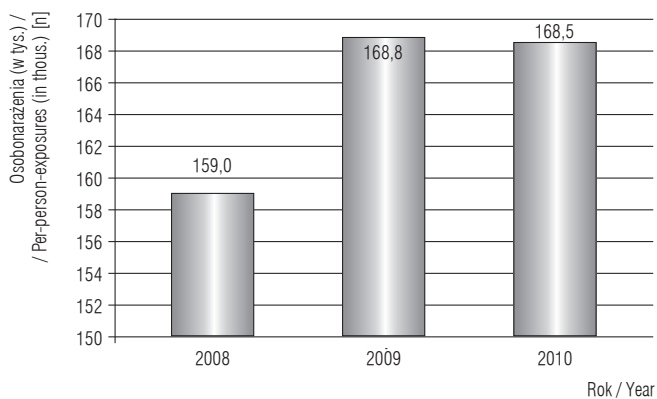
Liczba zakładów pracy zgłaszających występowanie rakotwórczych lub mutagennych substancji chemicznych i ich mieszanin na stanowiskach pracy w omawianych latach wynosiła średnio 2476. Najmniej zakładów zgłoszono w 2008 r. (2431), a najwięcej w 2009 r. (2557) – w omawianych latach zgłaszana liczba zakładów pracy różniła się maksymalnie o 5% (tab. 1, ryc. 2). Jest to znacznie więcej niż w latach 2005–2006, w których zgłaszano mniej niż 2 tys. zakładów pracy, jednak należy podkreślić, że od 2007 r., w którym zgłoszono 2464 zakłady pracy (12), widoczne jest zdecydowane ustabilizowanie się liczby zgłoszeń zakładów rejestrujących występowanie w środowisku pracy rakotwórczych lub mutagennych substancji chemicznych.

W 2008 r. liczba zgłoszonych do rejestru osobonarażeń na wszystkie substancje chemiczne i ich mieszaniny wynosiła 159 tys., w następnych latach wzrosła do prawie 169 tys. (tab. 1, ryc. 3). Różnica między liczbą zgłoszonych osobonarażeń w omawianych latach wynosiła maksymalnie ok. 6%. Podobnie jak w poprzednich latach (12,13) zdecydowaną większość (ponad 80% pracowników) narażonych na substancje chemiczne stanowią mężczyźni (ryc. 4). Liczba osobonarażeń ko-



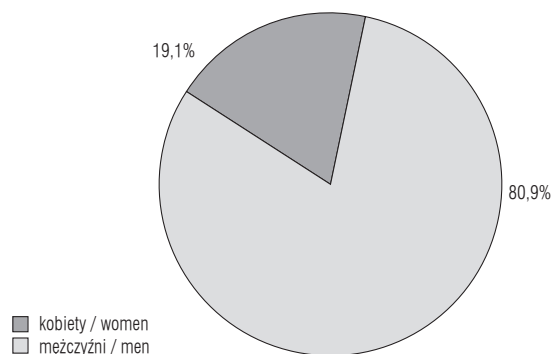
Ryc. 2. Zakłady pracy, które zgłosiły prace z substancjami chemicznymi o działaniu rakotwórczym lub mutagenym w Polsce w latach 2008–2010

Fig. 2. Number of enterprises that reported work with carcinogenic or mutagenic chemical substances, Poland, 2008–2010



Ryc. 3. Osobonarażenia na substancje chemiczne o działaniu rakotwórczym lub mutagenym w Polsce w latach 2008–2010

Fig. 3. Per-person-exposures to carcinogenic or mutagenic chemical substances, Poland, 2008–2010



Ryc. 4. Osobonarażenia (według płci) na substancje chemiczne o działaniu rakotwórczym lub mutagenym w Polsce w latach 2008–2010

Fig. 4. Per-person-exposures (by gender) to carcinogenic or mutagenic chemical substances, Poland, 2008–2010

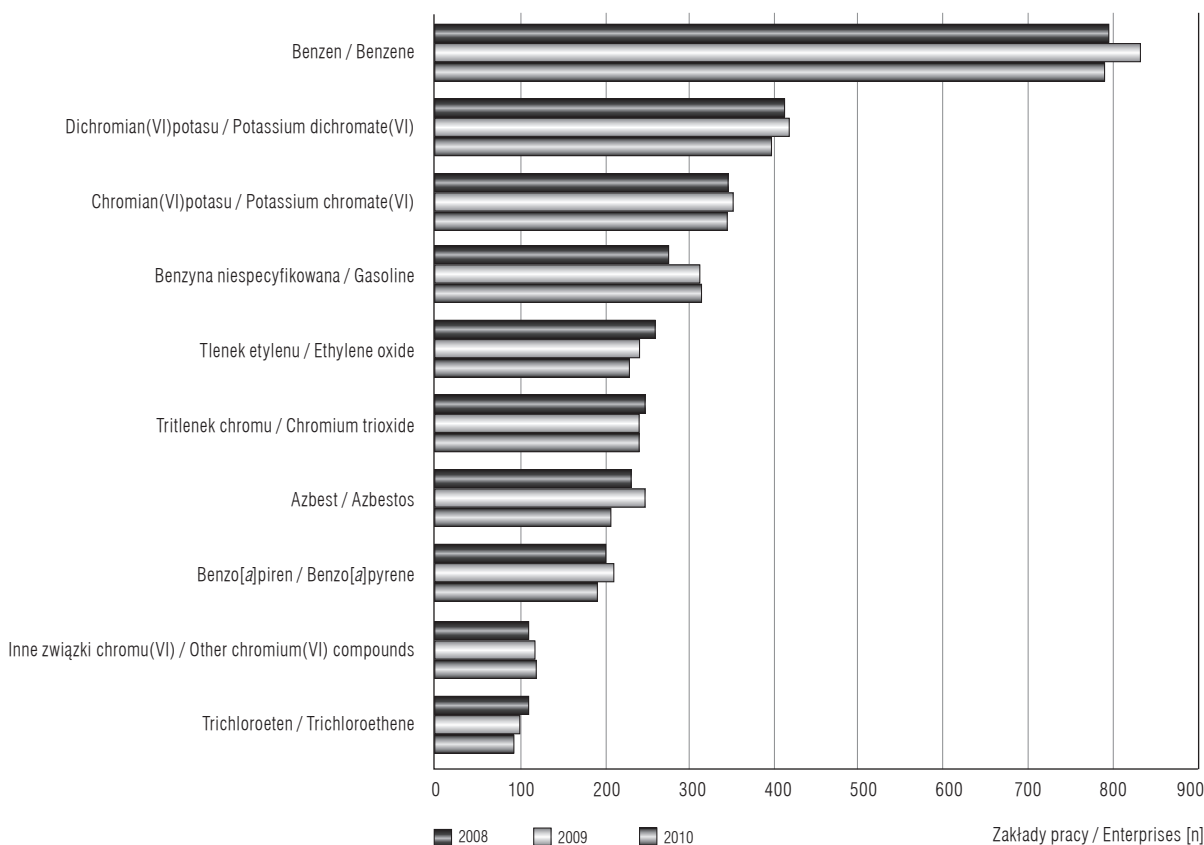
biet w każdym z omawianych lat przekraczała 30 tys., przy czym w 2010 r. odnotowano prawie 8-procentowy wzrost w stosunku do roku poprzedniego (tab. 1).

Analizując rozpowszechnienie poszczególnych kancerogenów i mutagenów chemicznych, wzięto pod uwagę 2 parametry – częstość ich występowania w zakładach pracy oraz liczbę osób narażonych na poszczególne czynniki w omawianych latach. Należy podkreślić, że kiedy rozpatruje się pojedynczą substancję, można określić rzeczywistą liczbę osób uznanych przez pracodawców za osoby narażone na nią. Następujące substancje chemiczne były zgłaszane corocznie przez ponad 100 zakładów pracy: benzen, związki chromu(VI) [dichromian(VI) i chromian(VI) potasu, tritlenek chromu oraz inne związki chromu(VI)], tlenek etylenu, azbest, benzo[a]piren, jedna z niespecyfikowanych benzyn zidentyfikowana numerem CAS 86290-81-5 (ryc. 5). Ponadto w 2008 r. 111 zakładów zgłosiło trichloroeten, który w pozostałych latach występował w mniej niż 100 zakładach pracy.

W omawianych latach ponad 10 tys. osób rocznie było narażonych na 7 substancji – były to różne wielopier-

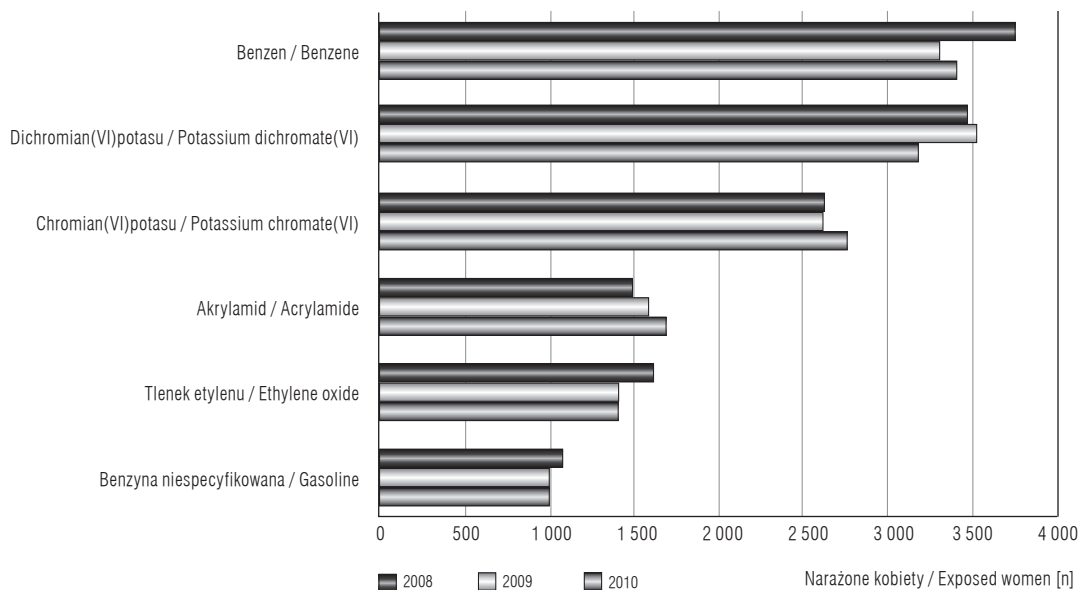
ścieniowe węglowodory aromatyczne (benzo[a]piren, dibenzo[a,h]antracen, benzo[a]antracen, benzo[b]fluoranten, chryzen) oraz benzen. Również w tym przypadku nie odnotowano różnic w stosunku do lat ubiegłych (12). Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne są czynnikami, na które są narażeni przede wszystkim mężczyźni – stanowią oni 97,8% pracowników zgłoszonych w latach 2008–2010 jako osoby narażone zawodowo na ww. WWA. W przypadku benzenu w 2010 r. liczba osób narażonych zmniejszyła się do poniżej 10 tys. – zgłoszono 9861 pracowników. Jest to czynnik, na który narażony jest stosunkowo duży odsetek kobiet, mimo że mężczyźni stanowili 65,3% zgłoszonych w latach 2008–2010 pracowników narażonych na benzen. Mimo to czynnik ten znajduje się również na 7. miejscu pod względem liczby narażonych mężczyzn.

Lista najbardziej rozpowszechnionych substancji rakotwórczych lub mutagennych jest inna, jeżeli weźmiemy pod uwagę tylko grupę narażonych kobiet. Wśród substancji rakotwórczych, na które w latach 2008–2010 było narażonych corocznie przynajmniej 1000 kobiet (ryc. 6). Na pierwszej pozycji znajduje się benzen, który



Ryc. 5. Substancje chemiczne o działaniu rakotwórczym lub mutagennym występujące w latach 2008–2010 w ponad 100 zakładach pracy w Polsce

Fig. 5. Chemical substances found in more than 100 enterprises, Poland, 2008–2010



Ryc. 6. Substancje chemiczne o działaniu rakotwórczym lub mutagennym, na które w latach 2008–2010 w Polsce było narażonych zawodowo co najmniej 1000 kobiet

Fig. 6. Chemical substances, to which at least 1000 women were occupationally exposed, Poland, 2008–2010

stanowi istotny czynnik narażenia także wśród mężczyzn (choć jak wspomniano, benzen znajduje się u nich dopiero na 7. miejscu wśród wszystkich substancji zgłoszonych w omawianych latach). Również w przypadku benzyny niespecyfikowanej o numerze CAS 86290-81-5 kobiety stanowią mniej niż połowę osób narażonych – w latach 2008–2010 łącznie 37,6%. Mimo jednak stosunkowo dużej liczby narażonych mężczyzn w ich przypadku czynnik ten znajduje się dopiero na 13. pozycji. Pozostałe 4 substancje, na które było corocznie narażonych 1000 lub więcej kobiet w skali kraju – dichromian(VI) potasu, chromian(VI) potasu, akrylamid i tlenek etylenu, to czynniki, na które w zdecydowanej przewadze narażone są kobiety. Stanowiły one 70–80% osób narażonych na dany czynnik.

Procesy technologiczne i prace

Odrębną część wykazu (2) stanowią procesy technologiczne i prace, w których trakcie dochodzi do uwalniania kancerogenów lub mutagenów. Ta część wykazu zawiera 5 pozycji i stanowi przeniesienie do polskiego ustawodawstwa załącznika nr 1 Dyrektywy 2004/37/WE (5). Od 2005 r., w którym po raz pierwszy obowiązywał znowelizowany wykaz procesów technologicznych i prac, do centralnego rejestru są zgłaszane tylko prace w narażeniu na pył drewna twardego oraz prace w narażeniu na WWA pochodzące z produktów takich, jak sadza węglowa, smoła węglowa lub paki węglowe.

Żaden zakład pracy w Polsce nie wykazał produkcji auraminy, produkcji alkoholu izopropylowego metodą mocnych kwasów ani narażenia podczas rafinacji niklu i jego związków. Ponieważ zgłaszano jedynie 2 spośród omawianych czynników, a ponadto ich rozpowszechnienie w zakładach pracy znacznie się różni, poniżej przedstawiono osobne informacje dla każdego z tych czynników.

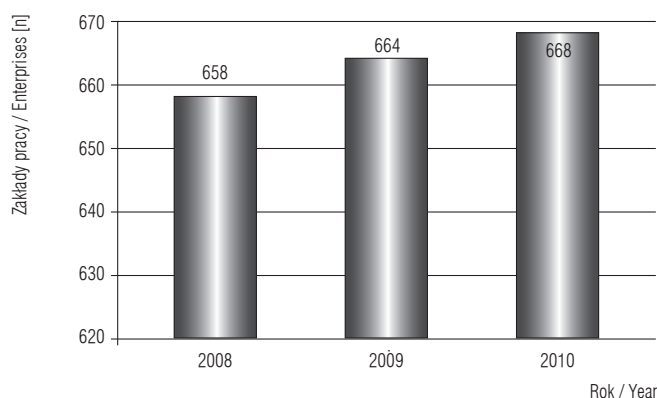
Biorąc pod uwagę zarówno liczbę zakładów pracy, jak i liczbę narażonych osób, spośród ww. 2 czynników znacznie bardziej rozpowszechnione są prace w narażeniu na pył drewna twardego (tab. 2). Liczba zakładów pracy zgłaszających ten czynnik w latach 2008–2010 wynosiła ok. 660 i cechowała się dużą stabilnością – różnice w kolejnych latach nie przekroczyły 1% w stosunku do roku poprzedniego (ryc. 7). Większe fluktuacje są widoczne w przypadku narażonej na ten czynnik liczby osób – w 2009 r. odnotowano ponad 13-procentowy spadek liczby narażonych pracowników w odniesieniu do 2008 r. (z 13 tys. do 11,3 tys.), ale w 2010 r. liczba ta ponownie wzrosła do 12 tys. (ryc. 8). Mężczyźni stanowili 73,8%, czyli zdecydowaną większość pracowników narażonych na pyły drewna twardego (ryc. 9), chociaż przewaga ta była mniejsza niż w przypadku substancji chemicznych ogółem.

Prace w narażeniu na wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne obecne w sadzy węglowej, smołe węglowej i pakach węglowych w latach 2008–2009 zgłosiło

Tabela 2. Narażenie na procesy technologiczne o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w Polsce w latach 2008–2010
Table 2. Exposure to carcinogenic or mutagenic processes, Poland, 2008–2010

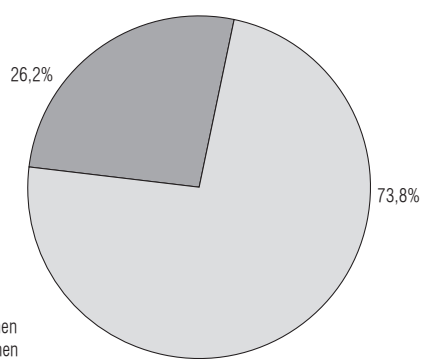
| Czynnik Factor | Rok Year | Zakłady pracy Enterprises [n] | Narażeni pracownicy Exposed workers [n] | | |
|--|-------------|-------------------------------------|---|------------------|------------------|
| | | | ogółem total | mężczyźni men | kobiety women |
| Pyły drewna twardego / Hardwood dusts | 2008 | 658 | 13 043 | 9 523 | 3 520 |
| | 2009 | 664 | 11 323 | 8 410 | 2 913 |
| | 2010 | 668 | 12 015 | 8 914 | 3 101 |
| WWA obecne w sadzy węglowej, smołe węglowej i pakach węglowych / PAHs present in coal soot, coal tar or coal pitch | 2008 | 125 | 3 277 | 3 121 | 156 |
| | 2009 | 125 | 3 591 | 3 431 | 160 |
| | 2010 | 117 | 2 758 | 2 636 | 122 |

WWA / PAH – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne / polycyclic aromatic hydrocarbons.



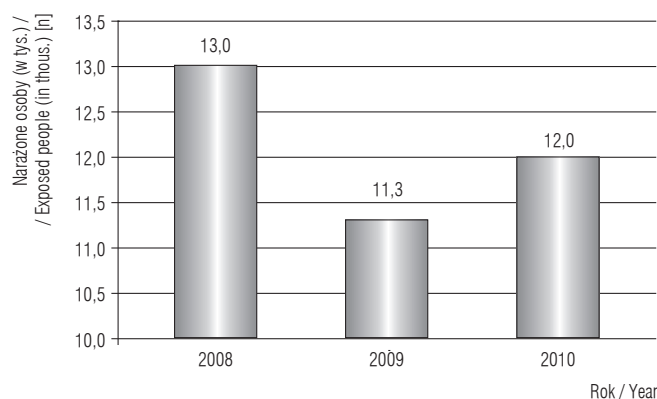
Ryc. 7. Zakłady pracy, które zgłosiły prace z pyłami drewna twardego w Polsce w latach 2008–2010

Fig. 7. Number of enterprises that reported work with hardwood dusts, Poland, 2008–2010



Ryc. 9. Pracownicy (według płci) narażeni na pyły drewna twardego w Polsce w latach 2008–2010

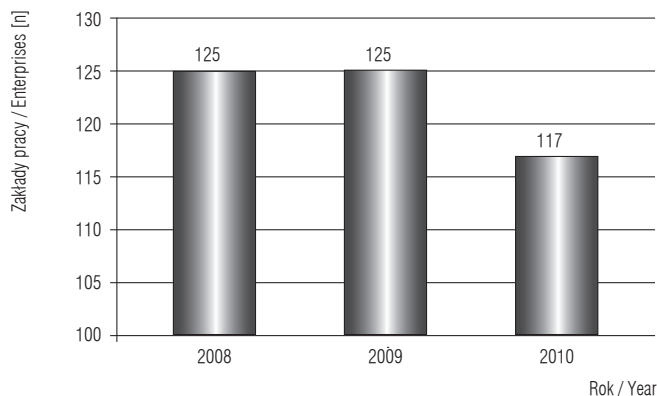
Fig. 9. Workers (by gender) exposed to hardwood dusts, Poland, 2008–2010



Ryc. 8. Pracownicy narażeni na pyły drewna twardego w Polsce w latach 2008–2010

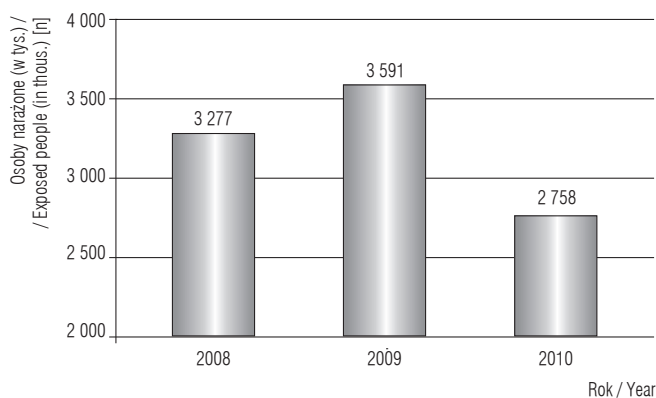
Fig. 8. Workers exposed to hardwood dusts, Poland, 2008–2010

po 125 zakładów pracy, a w 2010 r. liczba ta zmniejszyła się o 6,4% – do 117 zakładów (ryc. 10). Liczba narażonych pracowników w latach 2008 i 2009 przekraczała 3 tys., przy czym w 2009 r. wzrosła w stosunku do roku poprzedniego o prawie 10% mimo takiej samej liczby zgłoszonych zakładów pracy. Z kolei w 2010 r. odnotowano duży spadek liczby narażonych osób – o 23,2% w stosunku do 2009 r. i o 15,8% w porównaniu z 2008 r. (ryc. 11). Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne obecne w produktach węglowodopochodnych są czynnikiem, na który zdecydowanie częściej narażeni są mężczyźni – w latach 2008–2010 stanowili oni ponad 95% wszystkich narażonych na niego pracowników (ryc. 12).



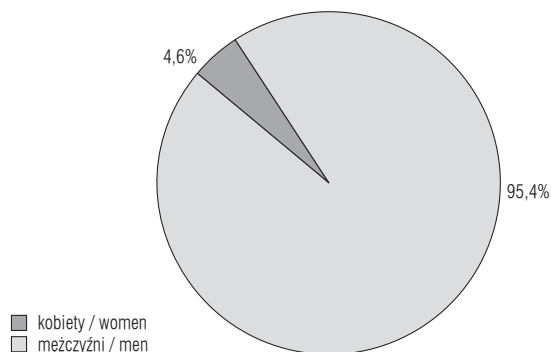
Ryc. 10. Zakłady pracy, które zgłosiły prace z wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) obecnymi w sadzy węglowej, smołe węglowej i pakach węglowych w Polsce w latach 2008–2010

Fig. 10. Number of enterprises that reported work with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) present in coal soot, coal tar or coal pitch, Poland, 2008–2010



Ryc. 11. Pracownicy narażeni na wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) obecne w sadzy węglowej, smołe węglowej i pakach węglowych w Polsce w latach 2008–2010

Fig. 11. Workers exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) present in coal soot, coal tar or coal pitch, Poland, 2008–2010



Ryc. 12. Pracownicy (według płci) narażeni na wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) obecne w sadzy węglowej, smołe węglowej i pakach węglowych w Polsce w latach 2008–2010

Fig. 12. Workers (by gender) exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) present in coal soot, coal tar or coal pitch, Poland, 2008–2010

PODSUMOWANIE

W latach 2008–2010 do najbardziej rozpowszechnionych substancji chemicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w zakładach pracy w Polsce należały: benzen, różnorodne związki chromu(VI), WWA, tlenek etylenu, azbest, trichloroetylen oraz benzyna niespecyfikowana o numerze CAS 86290-81-5. Najwięcej pracowników, ponad 10 tys. osób rocznie, było narażonych na związki chemiczne z grupy WWA (benzo[*a*]piren, dibenzo[*a,h*]antracen, benzo[*a*]antracen, benzo[*b*]fluoranten, benzo[*k*]fluoranten, chryzen) oraz na benzen.

Kobiety stanowiły mniej niż 20% narażonych pracowników, inaczej też kształtowało się rozpowszechnienie poszczególnych substancji w tej grupie pracowników. Najwięcej kobiet narażonych było na benzen, dichromian(VI) i chromian(VI)potasu, tlenek etylenu, akrylamid i niespecyfikowaną benzynę. Struktura narażenia kobiet na kancerogeny i mutageny chemiczne wynika z dominującego zatrudnienia kobiet w służbie zdrowia i laboratoriach.

Do najbardziej rozpowszechnionych czynników o działaniu rakotwórczym lub mutagennym należą pyły drewna twardego – czynnik ten zgłaszało corocznie ok. 660 zakładów pracy, a liczba osób narażonych zawodowo przekraczała 10 tys. Jeżeli porównamy rozpowszechnienie pyłów drewna twardego z substancjami chemicznymi, to w większej liczbie zakładów występował jedynie benzen. Liczba pracowników narażonych na pyły drewna twardego jest porównywalna z liczbą osób narażonych na poszczególne związki chemiczne z grupy WWA. Drugi zgłaszany czynnik z tej grupy – procesy technologiczne związane z narażeniem na WWA obecne w produktach węglowych – był znacznie mniej rozpowszechniony. Mimo to liczba zgłaszających go zakładów pracy przekraczała rocznie 100, co pozwala porównać WWA z pierwszą dziesiątką najbardziej rozpowszechnionych substancji chemicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym.

Dużym problemem był brak możliwości określenia łącznej liczby pracowników narażonych w Polsce na substancje chemiczne o działaniu rakotwórczym lub mutagennym na podstawie danych przesyłanych do rejestru. Należy podkreślić, że w nowym akcie prawnym – Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 24 lipca 2012 r. w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy (3) – problem ten został rozwiązany. Zgodnie

z sugestiami specjalistów z IMP w Łodzi od 2012 r. wprowadzono obowiązek wykazywania łącznej liczby pracowników narażonych na rakotwórcze/mutagenne substancje chemiczne w zakładzie pracy. Oczywiście pracodawca nadal ma obowiązek wykazania także liczby osób narażonych na poszczególne substancje. Podobnie jak w przypadku procesów technologicznych i prac pracodawca będzie musiał najpierw określić łączną liczbę osób narażonych w zakładzie pracy. W odniesieniu do tych czynników ma to mniejsze znaczenie, ponieważ w praktyce zamieszczone w wykazie procesy technologiczne i prace nie występują jednocześnie na tych samych stanowiskach pracy. Według nowych zasad będą jednak gromadzone dopiero dane dotyczące 2012 r.

Pracodawcy zgłaszają problemy z ustalaniem liczby narażonych osób w zakładzie pracy. Wynika to z braku jednoznacznej definicji narażenia w odniesieniu do substancji działających rakotwórczo. W innym akcie prawnym – Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 3 listopada 2008 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy związanej z występowaniem w miejscu pracy czynników chemicznych (14) – zdefiniowano narażenie zawodowe na czynnik chemiczny jako proces oddziaływania na organizm pracownika czynnika chemicznego występującego na jego stanowisku pracy. Z kolei – zgodnie z obowiązującą prawnie definicją najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) w środowisku pracy – oddziaływanie substancji w stężeniu mniejszym lub równym wartości NDS w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w Kodeksie pracy, przez okres aktywności zawodowej pracownika nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń (15). W przypadku substancji rakotwórczych działających genotoksycznie nie jest jednak możliwe ustalenie progu działania, poniżej którego substancja nie spowoduje zmian w stanie zdrowia pracownika.

Wartości NDS takich substancji są ustalane na poziomie zapewniającym, że prawdopodobieństwo wystąpienia dodatkowych przypadków charakterystycznego dla danego czynnika nowotworu złośliwego nie przekroczy wartości ryzyka akceptowalnego w środowisku pracy (10^{-3} – 10^{-5}) (16–18). Utrzymywanie na stanowisku pracy stężenia tego typu substancji poniżej wartości NDS nie chroni więc pracownika całkowicie, a jedynie zmniejsza ryzyko wystąpienia nowotworu złośliwego poniżej poziomu uznanego za akceptowalny.

Według autorów niniejszej publikacji do celów prowadzenia rejestru w zakładach pracy niezbędne jest zdefiniowanie narażenia w oparciu o parametr ilościowy. Należy podkreślić, że Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 1 grudnia 2004 r. w sprawie substancji, preparatów, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy (2) wprowadziło dwa niezdefiniowane pojęcia – ‘prace w kontakcie z czynnikiem rakotwórczym/mutagennym’ i ‘pracownicy narażeni na te czynniki’. W 2005 r. w Instytucie Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi opracowano wytyczne wprowadzające ilościowe rozgraniczenie między ‘pracami w kontakcie’ z czynnikiem rakotwórczym a narażeniem na taki czynnik (19). Uwzględniając przepisy dotyczące pomiarów czynników chemicznych w środowisku pracy (20,21), zaproponowano wartość graniczną stężenia na poziomie 0,1 wartości NDS. Dla potrzeb prowadzonych w zakładach pracy rejestrów pracowników zatrudnionych na stanowiskach pracy, na których średnie ważone stężenie substancji rakotwórczej wynosi co najwyżej 0,1 wartości NDS, należy traktować jako osoby zatrudnione w kontakcie z czynnikiem rakotwórczym, a nie jako osoby narażone na ten czynnik.

Należy podkreślić, że przy ekspozycji zawodowej przez 40 lat na maksymalne stężenie, przy którym nie uznajemy jeszcze pracownika za narażonego zawodowo (czyli 0,1 wartości NDS), ryzyko nowotworu jest o rząd wielkości mniejsze niż ryzyko akceptowane w środowisku pracy i zbliża się do wartości ryzyka akceptowanego dla środowiska komunalnego. Jednocześnie Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi stoi na stanowisku, że docelowo rejestry powinny uwzględniać zarówno liczbę osób narażonych, jak i liczbę osób wykonujących prace w kontakcie z czynnikiem rakotwórczym. Definicje zaproponowane w wytycznych szacowania ryzyka zdrowotnego dla czynników rakotwórczych (19) nie zostały jednak dotychczas wprowadzone do ustawodawstwa.

Dodatkową trudnością dla pracodawców jest to, że wiele spośród substancji zamieszczonych w wykazie substancji o działaniu rakotwórczym lub mutagennym nie ma ustalonej wartości NDS (22), a działanie rakotwórcze i mutagenne złożonych substancji otrzymywanych z ropy naftowej lub z węgla kamiennego jest uzależnione od składników takich, jak benzen, buta-1,4-dien lub wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Od stężeń tych składników należy więc uzależniać decyzję o uznawaniu pracowników za osoby narażone na czynnik rakotwórczy.

WNIOSKI

1. W Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 24 lipca 2012 r. w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy regulującym zasady prowadzenia rejestrów tych czynników należy wdrożyć opracowane w IMP definicje „prac w kontakcie z czynnikiem o działaniu rakotwórczym lub mutagennym” oraz „narażenia na czynnik o działaniu rakotwórczym lub mutagennym” (19). Należy podkreślić, że opracowana definicja narażenia zawiera konkretny parametr ilościowy, jakim jest wartość NDS w środowisku pracy (a konkretnie wartość 0,1 NDS), co umożliwi ujednoczenie sposobu określania liczby osób narażonych na omawiane czynniki w zakładach pracy.
2. Wprowadzenie ilościowego kryterium narażenia ograniczy liczbę osób uznanych za narażone na czynnik rakotwórczy jedynie do tych pracowników, którzy są ekspozowani na stężenia powyżej 10% wartości NDS w środowisku pracy. Pozostali pracownicy zatrudnieni na stanowiskach pracy, na których występuje czynnik o działaniu rakotwórczym lub mutagennym, zostaną zakwalifikowani jako osoby pracujące w kontakcie z danym czynnikiem. Biorąc pod uwagę specyficzny, bezprogowy charakter działania kancerogenów i mutagenów, należy oprócz wymogu podawania przez pracodawcę liczby osób narażonych na dany czynnik wprowadzić prawny obowiązek wykazywania także liczby pozostałych osób zatrudnionych w kontakcie z tym czynnikiem.

PIŚMIENNICTWO

1. Rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH), utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów, zmieniające dyrektywę 1999/45/WE oraz uchylające rozporządzenie Rady (EWG) nr 793/93 i rozporządzenie Komisji (WE) nr 1488/94, jak również dyrektywę Rady 76/769/EWG i dyrektywy Komisji 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/WE i 2000/21/WE. DzU UE L 136 z dnia 29 maja 2007 r., s. 3, z późn. zm. (w wersji sprostowanej)
2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 1 grudnia 2004 r. w sprawie substancji, preparatów, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagenym w środowisku pracy. DzU z 2004 r. nr 280, poz. 2771 ze zm. DzU z 2005 r. nr 160, poz. 1356
3. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 24 lipca 2012 r. w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy. DzU z 2012 r. nr 12, poz. 890
4. Dyrektywa Rady 67/548/EWG z dnia 27 czerwca 1967 r. w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych odnoszących się do klasyfikacji, pakowania i etykietowania substancji niebezpiecznych. DzUrz WE L 196 z 16 sierpnia 1967 r., ss. 1–98 (polskie wyd. spec.: rozdz. 13, t. 001, ss. 27–31) z późn. zm.
5. Dyrektywa 2004/37/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie ochrony pracowników przed zagrożeniem dotyczącym narażenia na działanie czynników rakotwórczych lub mutagenów podczas pracy (szósta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy Rady 89/391/EWG) (polskie wyd. spec.: rozdz. 05, t. 5, ss. 35–45)
6. Dyrektywa 1999/45/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 31 maja 1999 r. w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych państw członkowskich odnoszących się do klasyfikacji, pakowania i etykietowania preparatów niebezpiecznych DzU UE L 200 z 30 lipca 1999 r., ss. 1–68 (polskie wyd. spec.: rozdz. 13, t. 24, ss. 109–176) z późn. zm.
7. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 28 września 2005 r. w sprawie wykazu substancji niebezpiecznych wraz z ich klasyfikacją i oznakowaniem. DzU z 2005 r. nr 201, poz. 1674
8. Dyrektywa Komisji 2008/58/WE z dnia 21 sierpnia 2008 r. dostosowująca po raz 30 do postępu technicznego dyrektywę Rady 67/548/EWG w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych odnoszących się do klasyfikacji, pakowania i etykietowania substancji niebezpiecznych. DzU UE L 246 z 15 września 2008 r., ss. 1–191
9. Dyrektywa Komisji 2009/2/WE z dnia 15 stycznia 2009 r. po raz 31 dostosowująca do postępu technicznego dyrektywę Rady 67/548/EWG w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych odnoszących się do klasyfikacji, pakowania i etykietowania substancji niebezpiecznych. DzU UE L11 z 16 stycznia 2009 r., ss. 6–82
10. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniającego i uchylającego dyrektywę 67/648/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniającego rozporządzenie WE nr 1907/2006. DzU UEL 353 z 31 grudnia 2008 r., ss. 1–1355

11. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 790/2009 z dnia 10 sierpnia 2009 r. dostosowujące do postępu naukowo-technicznego rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin. DzU UE L 235 z 5 września 2009 r., ss. 1–439
12. Konieczko K., Pałaszewska-Tkacz A., Czerczak S.: Narażenie zawodowe na poszczególne grupy czynników rakotwórczych lub mutagennych w Polsce w latach 2005–2007. Część I. Substancje i preparaty chemiczne. *Bezpiecz. Pr.* 2009;11(458):8–11
13. Konieczko K., Czerczak S., Kluszczyński D.: Narażenie zawodowe na chemiczne czynniki rakotwórcze w Polsce w 2001 r. *Med. Pr.* 2004;55(1):3–6
14. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 3 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy związanej z występowaniem w miejscu pracy czynników chemicznych. DzU z 2008 r. nr 203, poz. 1275
15. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU z 2002 r. nr 217, poz. 1833 z późn. zm.
16. Nielsen G.D., Ovrebø S.: Background, approaches and recent trends for setting health-based occupational exposure limits: A minireview. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 2008;51:253–269
17. Lebrecht G., Czerczak S., Szymczak W.: Benzen. Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego. *Podst. Metody Oceny Środ. Pr.* 2003;1(35):5–60
18. Sitarek K., Szymczak W.: Buta-1,3-dien. Dokumentacja dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego. *Podst. Metody Oceny Środ. Pr.* 2009;4(62):27–57
19. Czerczak S.: Czynniki rakotwórcze lub mutagenne w środowisku pracy – obowiązki pracodawców i służb kontrolnych. W: Czerczak S. [red.]. *Wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego dla czynników rakotwórczych. Zeszyt 2(21).* Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2005, ss. 7–15
20. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2005 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU z 2005 r. nr 73, poz. 645
21. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU z 2011 r. nr 33, poz. 166
22. Pałaszewska A.: Zestawienie substancji chemicznych zaklasyfikowanych jako rakotwórcze lub mutagenne kategorii 1 lub 2, dla których określono normatywy higieniczne w powietrzu środowiska pracy. W: Czerczak S. [red.]. *Wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego dla czynników rakotwórczych. Zeszyt 2(21).* Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2005, ss. 59–67