

Jolanta Skowroń¹
Sławomir Czerczak²

ZASADY USTALANIA DOPUSZCZALNYCH POZIOMÓW NARAŻENIA DLA CZYNNIKÓW RAKOTWÓRCZYCH W ŚRODOWISKU PRACY W POLSCE I W KRAJACH UNII EUROPEJSKIEJ

PRINCIPLES OF ESTABLISHING OCCUPATIONAL EXPOSURE LIMITS FOR CARCINOGENS
IN POLAND AND IN OTHER EU COUNTRIES

¹ Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy / Central Institute for Labour Protection – National Research Institute, Warszawa, Poland
Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych, Pracownia Toksykologii / Department of Chemical, Aerosol and Biological Hazards, Laboratory of Toxicology

² Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera / Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland
Zakład Bezpieczeństwa Chemicznego / Department of Chemical Safety

STRESZCZENIE

W artykule omówiono zasady ustalania wartości dopuszczalnych stężeń dla czynników rakotwórczych przyjęte w Polsce, Unii Europejskiej i wybranych państwach WE. Substancje rakotwórcze i/lub mutagenne stanowią bezpośrednie zagrożenia życia osób narażonych na ich działanie. Jeżeli nie można ich wyeliminować ze środowiska pracy i życia, narażenie na nie należy ograniczyć do minimum. Ocena ryzyka zdrowotnego ze strony substancji rakotwórczych polega na określeniu prawdopodobieństwa zachorowania na chorobę nowotworową lub zgonu z powodu choroby nowotworowej w następstwie narażenia zawodowego na daną substancję rakotwórczą. Med. Pr. 2013;64(4):541–563

Słowa kluczowe: czynniki rakotwórcze, klasyfikacja, wartości dopuszczalnych stężeń, ocena ryzyka

ABSTRACT

The principles of determining exposure limits for carcinogens adopted in Poland, the European Union and in other selected countries of the EC are discussed in this article. Carcinogens and/or mutagens pose a direct health risk to people exposed to them. If carcinogens cannot be eliminated from the work and living environments, their exposure should be kept at the lowest possible level. To assess health risk for carcinogens it is necessary to determine the probability of developing a disease or of death from cancer as a result of occupational exposure to carcinogenic substances. Med Pr 2013;64(4):541–563

Key words: carcinogens, classification, occupational exposure level, risk assessment

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Jolanta Skowroń, Pracownia Toksykologii, Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa, e-mail: josko@ciop.pl
Nadesłano: 9 lipca 2013, zatwierdzono: 28 sierpnia 2013

WSTĘP

Czynniki rakotwórcze (kancerogeny) to czynniki środowiska pracy (chemiczne, fizyczne i biologiczne) powodujące wzrost zapadalności i umieralności na specyficzne choroby nowotworowe w populacji osób narażonych w porównaniu z populacją osób nienarażonych. U pracowników narażonych na substancje chemiczne o działaniu rakotwórczym zmiany nowotworowe mogą ujawnić się po upływie wielu lat od chwili pierwszego

narażenia. Czas tego opóźnienia jest nazywany okresem latencji i może wynosić 4–40 lat.

Nowotwory powstałe w następstwie narażenia zawodowego mogą być zlokalizowane w różnych miejscach organizmu, niekoniecznie ograniczonych do miejsca bezpośredniego kontaktu z substancją chemiczną. Substancje takie, jak arsen, azbest, chrom i nikiel mogą powodować nowotwory płuc. Nowotwory jamy nosowej i zatok nosowych mogą być następstwem narażenia na chrom, nikiel, oleje izopropylowe,

Artykuł przygotowany na podstawie wyników uzyskanych w ramach II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” dofinansowanego w latach 2011–2013 w zakresie służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

pył drzewny oraz pył z wyprawionych skór. Z narażeniem na benzydynę, 2-naftyloaminę lub na pył z wyprawionych skór wiąże się występowanie nowotworów pęcherza moczowego. Z kolei przypadki nowotworów skóry przypisuje się narażeniu na arsen, smołę węglową i produkty ropopochodne. Narażenie na chlorek winylu może spowodować zmiany nowotworowe w wątrobie, a benzen w szpiku kostnym.

W 2011 r. w rejestrze chorób zawodowych i ich skutków, prowadzonym przez Instytut Medycyny Pracy im. prof. dr med. J. Nofera w Łodzi, odnotowano 96 przypadków nowotworów, co stanowiło 3,8% wszystkich chorób zawodowych. Jako główny czynnik przyczynowy nowotworów wymieniano azbest (44 przypadki), wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) (17 przypadków) i promieniowanie jonizujące (16 przypadków) (1). Najliczniej były stwierdzane raki płuc (64 przypadki) i międzybłoniaki opłucnej (17 przypadków).

Obecność czynników rakotwórczych w środowisku pracy jest zawsze ogromnym problemem dla pracowników narażonych na ich działanie oraz pracodawców. Przepisy prawne wprowadzają wiele obowiązków dla pracodawcy związanych z występowaniem czynników rakotwórczych na stanowiskach pracy w przedsiębiorstwie (m.in. informowanie o czynniku rakotwórczym, stosowanie ochron indywidualnych, kontrolę stężeń, badania okresowe pracowników narażonych na działanie substancji rakotwórczych).

Szczegółowe zasady ochrony pracowników przed zagrożeniami spowodowanymi przez czynniki o działaniu rakotwórczym lub mutagennym oraz warunki i sposób monitorowania stanu zdrowia pracowników narażonych na ich działanie określa 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 (2).

DEFINICJE, KLASYFIKACJA

Substancja rakotwórcza, zgodnie z Rozporządzeniem WE nr 1272/2008 (classification, labelling and packaging – CLP), to substancja lub mieszanina substancji powodujących powstanie raka lub zwiększających częstotliwość jego występowania. Substancje, które spowodowały powstanie nowotworów łagodnych i złośliwych we właściwie przeprowadzonych badaniach doświadczalnych na zwierzętach, uważa się również za substancję, co do których istnieje do-

mniemanie lub podejrzenie, że są rakotwórcze dla człowieka – o ile nie ma przekonujących dowodów, że mechanizm powstawania nowotworu nie ma znaczenia dla ludzi (3).

Od 1 grudnia 2010 r. do 1 czerwca 2015 r. substancje lub mieszaniny klasyfikuje się jako rakotwórcze, stosując przepisy zarówno rozporządzenia CLP (3), jak i Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie kryteriów i sposobu klasyfikacji substancji chemicznych i ich mieszanin (4–6).

Zgodnie z kryteriami zawartymi w ww. rozporządzeniu Ministra Zdrowia (4) oraz w Dyrektywie 67/548/EWG (5,6) substancje rakotwórcze podzielono na 3 kategorie:

- kategoria 1 – substancje o udowodnionym działaniu rakotwórczym na człowieka;
- kategoria 2 – substancje, które rozpatruje się jako rakotwórcze dla człowieka;
- kategoria 3 – substancje o możliwym działaniu rakotwórczym na człowieka.

Substancjom należącym do kategorii 1 lub 2 przypisuje się symbol T (ostrzegający przed substancją toksyczną) i R45 (wskazujący rodzaj zagrożenia: „może powodować raka”). Substancjom, które stwarzają ryzyko rakotwórczego działania jedynie wtedy, gdy dostają się do organizmu drogami oddechowymi, np. jako pyły, pary lub dymy (inne drogi narażenia, np. pokarmowa lub w kontakcie ze skórą, nie stwarzają zagrożenia rakotwórczego), przypisano oznaczenie R49 – „może powodować raka w następstwie narażenia drogą oddechową”. Substancjom należącym do kategorii 3 przypisano symbol Xn (ostrzegający przed substancją „szkodliwą”) i R40 („ograniczone dowody działania rakotwórczego”) (4).

Zgodnie z kryteriami rakotwórczości zawartymi w rozporządzeniu CLP substancje zalicza się do jednej z 2 kategorii w oparciu o siłę dowodu działania rakotwórczego oraz dodatkowe informacje pozwalające na umieszczenie substancji w odpowiedniej kategorii zagrożeń (3,7). W niektórych przypadkach uzasadniona jest klasyfikacja w zależności od drogi narażenia, jeżeli możliwe jest ostateczne udowodnienie, że żadna inna droga narażenia nie powoduje tego zagrożenia.

Do kategorii 1 zaliczono substancje, co do których wiadomo lub istnieje domniemanie, że są rakotwórcze dla człowieka. Klasyfikuje się je do kategorii 1 na podstawie wyników badań epidemiologicznych lub wyników badań przeprowadzonych na zwierzętach. Kategorię 1 rakotwórczości podzielono na 2 kategorie:

- 1A – substancje mające potencjalne działanie rakotwórcze na ludzi, przy czym dowody przemawiające za tą klasyfikacją opierają się na danych dotyczących ludzi;
- 1B – substancje mające potencjalne działanie rakotwórcze na ludzi, przy czym klasyfikacja opiera się na wynikach badań przeprowadzonych na zwierzętach doświadczalnych.

Do kategorii 2 zaliczono substancje, które podejrzewa się, że są rakotwórcze dla ludzi na podstawie dowodów uzyskanych z informacji dotyczących ludzi lub wyników badań na zwierzętach, które jednak nie są wystarczające przekonujące, żeby zaklasyfikować substancję do kategorii 1A lub 1B.

Substancje należące do kategorii 1A lub 1B oznacza się zapisem H350 („może powodować raka”), a substancje kategorii 2 rakotwórczości – H351 („podejrzewa się, że powoduje raka”) (3).

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 24 lipca 2012 r. (2) wykaz substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym stanowią substancje chemiczne zaklasyfikowane jako rakotwórcze kategorii 1A lub 1B zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 (3).

USTALANIE WARTOŚCI NAJWYŻSZYCH DOPUSZCZALNYCH STĘŻEŃ DLA SUBSTANCJI RAKOTWÓRCZYCH

Długotrwałe narażenie na niektóre substancje chemiczne może spowodować niekontrolowany wzrost komórek prowadzący do zmian nowotworowych. Większość substancji rakotwórczych zaliczana jest do substancji o działaniu bezprogowym, czyli nie można dla nich ustalić bezpiecznych poziomów ekspozycji.

Właściwości rakotwórcze substancji chemicznych można wykryć na podstawie wyników: 1) badań epidemiologicznych, 2) długoterminowych badań doświadczalnych na zwierzętach, 3) krótkoterminowych testów, umożliwiających ocenę toksyczności genetycznej (mutacji i nietrwałych uszkodzeń DNA – kwasu dezoksyrybonukleinowego).

Badania epidemiologiczne odgrywają główną rolę w ustaleniu zależności między narażeniem pracowników na substancje rakotwórcze w środowisku pracy a rozwojem choroby nowotworowej. Historycznie to lekarze byli pierwszą grupą rozpoznania zawodowych chorób nowotworowych. Jedne z pierwszych doniesień dotyczyły podwyższonego ryzyka występowania raka

moszny u kominiarzy (Pott, 1775) (cyt. za 8), raka płuc u górników uranowych (Harting i Hesse, 1879) (cyt. za 9) oraz raka pęcherza moczowego u pracowników przemysłu farbiarskiego (Rehn, 1895) (cyt. za 9).

W okresie od początku do połowy roku 1900 metody badań epidemiologicznych ewoluowały – wprowadzono m.in. badania i analizy umieralności w grupach pracowników narażonych na działanie substancji rakotwórczych (10). Pierwsze badania kohortowe przyczyniły się do ustalenia m.in. zależności między narażeniem zawodowym na α -naftyloaminę i benzydynę a rakiem pęcherza moczowego (Case i wsp., 1954) (cyt. za 9), narażeniem na arsen a rakiem płuc i skóry (Hill i Faning, 1954) (cyt. za 9) czy narażeniem na azbest a rakiem płuc i międzybłoniakiem w klatce piersiowej lub w otrzewnej (11).

Ocena ryzyka zdrowotnego dla substancji rakotwórczych polega na określeniu prawdopodobieństwa zachorowania lub zgonu z powodu choroby nowotworowej w następstwie narażenia zawodowego na ocenianą substancję rakotwórczą. Dla czynników rakotwórczych w Polsce Międzyresortowa Komisja ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy jako akceptowane poziomy ryzyka zawodowego przyjęła 10^{-4} – 10^{-3} . Oznacza to, że przedstawiciele pracobiorców, pracodawców i przedstawiciele administracji państwa zaakceptowali możliwość przyrostu liczby przypadków wystąpienia 1 nowotworu na 10 tys. osób narażonych lub 1 nowotworu na 1 tys. osób narażonych na działanie substancji rakotwórczej w określonym stężeniu. Zespół Ekspertów ds. Czynników Chemicznych Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN dokonuje charakterystyki ryzyka dla substancji o udowodnionym działaniu rakotwórczym w ujęciu naukowym i podaje w opracowanej dokumentacji propozycje wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) przy różnym poziomie ryzyka. Komisja zatwierdza zaproponowane wartości NDS dla przyjętego poziomu ryzyka akceptowanego (12).

Zasady ustalania wartości NDS dla substancji rakotwórczych

Ekspert, który opracowuje propozycję wartości NDS dla substancji o działaniu rakotwórczym, zbiera w dokumentacji dane dotyczące: właściwości fizykochemicznych, występowania i zastosowania danej substancji, narażenia zawodowego na daną substancję, działania biologicznego (drogi wchłaniania, działanie toksyczne na ludzi, działanie toksyczne na zwierzęta), dowodów działania rakotwórczego (działanie rako-

twórcze na ludzi, działania rakotwórcze na zwierzęta), działania mutagenne i teratogenne, wpływu na rozrodczość, a także jakościowej oceny rakotwórczości (w tym umiejscowienie nowotworu) oraz ilościowej oceny rakotwórczości (13).

W ocenie rakotwórczego działania substancji chemicznej na ludzi eksperci korzystają z 3 rodzajów badań epidemiologicznych – badań kohortowych, badań kontrolnych przypadków (case-control) oraz badań korelacyjnych. Uwzględniane mogą być także badania seryjne i opisy przypadków nowotworów u ludzi. Badania kohortowe i case-control ustalają związek między ekspozycją na dany czynnik a występowaniem raka u ludzi poprzez oszacowanie ryzyka względnego. Miarą ryzyka względnego jest iloraz zapadalności lub umieralności w grupie ekspozowanej względem grupy nieekspozowanej. Badania korelacyjne wykazują związki między całą populacją narażoną na jakiś czynnik a częstością występowania nowotworu (np. związek między paleniem papierosów a rakiem płuc, piciem alkoholu a rakiem przełyku).

Badania epidemiologiczne rozważane przez ekspertów muszą odpowiadać następującym kryteriom:

- dobrze określona badana populacja, jednostka chorobowa i ekspozycja;
- uwzględniony wpływ czynników zakłócających;
- uwzględnione dane, na których podstawie dokonano analizy statystycznej (np. liczba osób ekspozowanych i z grupy porównawczej w badaniach case-control, liczba przypadków obserwowanych i oczekiwanych w badaniach kohortowych, okres trwania ekspozycji, umiejscowienia nowotworów);
- jasno określone metody statystyczne służące do oceny ryzyka względnego, współczynników zapadalności na nowotwory oraz przedziałów ufności (13).

Kiedy nie są dostępne wyniki badań epidemiologicznych u ludzi, eksperci wykorzystują wyniki badań na zwierzętach doświadczalnych, które muszą zawierać następujące informacje:

- warunki przeprowadzenia doświadczenia – droga i sposób podania badanej substancji, gatunek zwierząt, płeć, wiek, liczba zwierząt w grupie badanej i kontrolnej, czas trwania eksperymentu, przeżywalność zwierząt;
- powtarzalność wyników w odniesieniu do gatunków i narządów docelowych;
- zakres odpowiedzi nowotworowej (od uszkodzeń przednowotworowych poprzez nowotwory łagodne do złośliwych);
- możliwość wpływu czynników zakłócających (13).

Inne typy badań na zwierzętach brane przez ekspertów pod uwagę przy ustalaniu wartości NDS dla substancji rakotwórczych to:

- doświadczenia, w których badany czynnik lub mieszanina są podawane wraz ze znanym kancerogenem,
- badania, w których skutkiem końcowym nie jest nowotwór, ale stan przednowotworowy,
- badania rakotwórczości metabolitów substancji i ich pochodnych (13).

W analizie statystycznej wyników badań na zwierzętach należy wziąć pod uwagę: a) liczbę zwierząt uczestniczących w doświadczeniu i liczbę badań histologicznych, b) liczbę zwierząt z nowotworami, oraz c) okres przeżywalności zwierząt (13).

Ocena ryzyka wynikającego z narażenia ludzi na substancje rakotwórcze na podstawie wyników badań przeprowadzonych na zwierzętach opiera się na kilku następujących założeniach:

- zależności między podaną dawką (mierzoną we właściwych jednostkach) a częstością zachorowania na raka u zwierząt (określaną na podstawie wyników biologicznych doświadczeń na zwierzętach),
- zarówno jednostka substancji wyrażona w mg/kg masy ciała, jak i mg/m² powierzchni ciała na dzień mogą być właściwymi jednostkami dla ekwiwalentnej dawki substancji rakotwórczej,
- zależność dawka–odpowiedź u ludzi jest taka sama jak u zwierząt,
- rakotwórcza odpowiedź po podaniu małych dawek jest liniowa (13).

Nie można założyć, że każdy czynnik lub mieszanina, które wywołują nowotwory u zwierząt, będą także powodowały nowotwory u ludzi. W przypadku braku odpowiednich danych dotyczących ludzi jest uzasadnione traktowanie substancji, dla których istnieją wystarczające dowody działania rakotwórczego u zwierząt, jako czynników mogących zwiększać ryzyko nowotworów u ludzi (13).

Do innych ważnych informacji branych pod uwagę przez ekspertów przy ocenie działania rakotwórczego substancji należą:

- dane o absorpcji, dystrybucji (włączając przenikanie przez łożysko) oraz wydalaniu u ludzi i zwierząt laboratoryjnych,
- dane dotyczące toksyczności ostrej i przewlekłej (innej niż rakotwórczość),
- wpływ danego czynnika na rozrodczość, teratogenność, fetotoksyczność i embriotoksyczność,
- dane o skutkach genetycznych z wykorzystaniem testów krótkoterminowych (uszkodzenia DNA,

indukcja różnych typów mutacji, głównie w hodowlach drobnoustrojów, indukcja aberracji chromosomalnych, transformacja nowotworowa komórek poza organizmem, indukcja anomalii spermatocytów i inne) (13).

Na podstawie danych zawartych w dokumentacji ekspert wybiera badanie stanowiące podstawę ilościowej oceny rakotwórczości i przeprowadza ocenę dodatkowego ryzyka powstania nowotworu w zależności od stężenia substancji na stanowisku pracy i okresu zatrudnienia (13). Wartość NDS dla substancji rakotwórczej można wyprowadzić z danych współczynnika kierunkowego prostej dawka–odpowiedź (slope factor – SF). Współczynnik SF to tangens kąta nachylenia krzywej zależności dawka–odpowiedź w zakresie niskich dawek z dodatnim kierunkiem osi OX. Jeżeli nie można określić przebiegu tej zależności w niskim zakresie dawek, to współczynnik nachylenia określa przebieg krzywej od dawki „zero” (i zerowego ryzyka dodatkowego) do dawki powodującej 1% ryzyka dodatkowego. Jednostką współczynnika nachylenia jest zwykle mg/kg masy ciała na dzień (13).

$$R = SF \times D \quad [1]$$

gdzie:

R – ryzyko,

D – dawka średnia całodzienna [mg/kg m.c./dzień],

SF – współczynnik nachylenia (slope factor).

$$NDS = D \times \frac{24}{8} \times \frac{365}{240} \times \frac{70}{40} \times \frac{1}{20} \times 70 \quad [2]$$

gdzie:

D – dawka średnia całodzienna [mg/kg m.c./dzień],

24 – godziny (doba),

8 – liczba godzin pracy,

365 – liczba dni w roku,

240 – liczba dni pracy,

70 – wiek [w latach],

40 – staż pracy [w latach],

20 – wentylacja płuc człowieka [m³],

70 – masa ciała człowieka [kg].

Wartość NDS dla substancji rakotwórczej można także wyprowadzić z danych ryzyka jednostkowego (unit risk – UR). Ryzyko jednostkowe to przyrost wartości ryzyka dodatkowego nowotworu w okresie całego życia spowodowany narażeniem w ciągu tego czasu na dany czynnik, który występuje w powietrzu w stężeniu 1 µg/m³ lub w wodzie w stężeniu 1 µg/l (13).

$$R = UR \times C \quad C = \frac{R}{UR} \quad [3]$$

gdzie:

R – ryzyko,

C – średnie stężenie w okresie całego życia [µg/m³],

UR – ryzyko jednostkowe (unit risk).

$$NDS = C \times \frac{24}{8} \times \frac{365}{240} \times \frac{70}{40} \quad [4]$$

gdzie:

C – średnie stężenie w okresie całego życia [µg/m³],

24 – godziny (doba),

8 – liczba godzin pracy,

365 – liczba dni w roku,

240 – liczba dni pracy,

70 – wiek [w latach],

40 – staż pracy [w latach].

Po raz pierwszy substancje rakotwórcze zostały wykazane w Rozporządzeniu Ministra Pracy, Prac i Spraw Socjalnych z dnia 27 listopada 1985 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń chwilowych i progowych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (14). W załączniku do rozporządzenia w kolumnie „Uwagi” wprowadzono oznakowanie literą „R” dla 6 substancji o udowodnionym epidemiologicznie działaniu rakotwórczym u ludzi (arsen i jego związki nieorganiczne, benzen, benzydyna, chromiany, β-naftyloamina, chlorek winylu). Ogółem w ww. załączniku wykazano 207 substancji chemicznych.

W Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 21 października 1991 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń chwilowych i progowych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (15) wprowadzono oznakowanie literą „R” dla pyłów zawierających azbest oraz pyłów talku zawierających włókna mineralne (w tym azbest). W Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 17 czerwca 1998 r. (16) zrezygnowano z kolumny „Uwagi” oraz oznakowania substancji rakotwórczych, ponieważ w 1996 r. ukażo się Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 września 1996 r. w sprawie czynników rakotwórczych w środowisku pracy oraz nadzoru nad stanem zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (17). W załączniku do tego rozporządzenia w części I wymieniono czynniki rakotwórcze dla ludzi (41 substancji chemicznych i mieszanin, czynnik fizyczny – promieniowanie jonizujące, czynniki biologiczne – wirus zapalenia wątroby

typu B i C oraz 11 procesów produkcyjnych, w których toku dochodzi do zanieczyszczenia środowiska pracy substancjami i czynnikami rakotwórczymi), a w części II – czynniki prawdopodobnie rakotwórcze dla ludzi (47 substancji chemicznych i mieszanin oraz 1 proces technologiczny).

W wykazie wartości NDS stanowiącym załącznik do Rozporządzenia 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 (18) obecnie znajduje się 518 substancji chemicznych i 19 czynników pyłowych. Dla 49 substancji chemicznych i 3 pyłów o działaniu rakotwórczym lub mutagennym ustalono wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (tab. 1).

Dokumentacje dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego opracowane przez ekspertów dla substancji rakotwórczych są publikowane w kwartalniku Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN pt. „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy”. Znajomość danych zawartych w pełnych dokumentacjach dotyczących oddziaływania czynników rakotwórczych na organizm człowieka jest niezbędna do ustalenia właściwej profilaktyki medycznej i podejmowania odpowiednich działań korygujących w celu poprawy warunków pracy. Pracodawca zatrudniający pracownika w warunkach narażenia na działanie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym jest obowiązany wykonywać ich pomiary w trybie i z częstotliwością określoną w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (19).

„Czynniki szkodliwe w środowisku pracy – wartości dopuszczalne” to poradnik Międzyresortowej Komisji przygotowany w celu ułatwienia pracodawcy i jego służbom socjalnym, a także samym pracownikom, przestrzegania obowiązujących w Polsce przepisów prawnych, które dotyczą bezpieczeństwa i higieny pracy. W publikacji znalazły się:

- wykazy najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, określone w Rozporządzeniu 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 (18),

- wartości dopuszczalne narażenia zawodowego określone w innych przepisach bezpieczeństwa i higieny pracy oraz normach higienicznych,
- metody pomiaru i oceny narażenia zawodowego na poszczególne czynniki w środowisku pracy,
- podstawowe zasady profilaktyki (20).

W publikacji znajduje się również wykaz zalecanych przez Międzyresortową Komisję ds. NDS i NDN wartości dopuszczalnych w materiale biologicznym (DSB) dla 33 substancji chemicznych. Monitoring biologiczny to pomiar substancji lub jej metabolitów w materiale biologicznym oraz ocena biologicznego skutku jej działania. Stężenia substancji w powietrzu odpowiadające wartościom DSB nie powinny spowodować niekorzystnych zmian w stanie zdrowia osób narażonych na stanowiskach pracy. Oznaczenia substancji toksycznych lub ich metabolitów wykonuje się głównie we krwi, w moczu i powietrzu wydechowym. Monitoring biologiczny pozwala na ocenę narażenia na działanie substancji, która wchłania się do organizmu zarówno przez drogi oddechowe, jak i skórę. Substancje rakotwórcze lub mutagenne, dla których Międzyresortowa Komisja ds. NDS i NDN ustaliła zalecane wartości DSB, przedstawiono w tabeli 2.

Do wykazu wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń wprowadzono oznakowania, które dostarczają istotnej informacji o sposobie działania substancji chemicznej:

- żrące – oznakowano literą C (20),
- drażniące – I (20),
- uczulające – A (20),
- rakotwórcze – Rakotw. Kat. 1 (20) / Carc. 1A (3) lub Rakotw. Kat. 2 (20) / Carc. 1B (3),
- toksyczne dla płodu – Ft (20),
- wchłaniające się przez skórę – Sk (20).

Podano również podstawy oznakowania substancji wymienionymi literami (20). Oznakowanie opakowań substancji rakotwórczych lub mutagennych określa Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2012 r. w sprawie oznakowania opakowań substancji niebezpiecznych i mieszanin niebezpiecznych oraz niektórych mieszanin (21). Oznakowanie miejsc, w których są składowane znaczące ilości substancji rakotwórczych lub mutagennych, określa rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 maja 2012 r. w sprawie sposobu oznakowania miejsc, rurociągów oraz pojemników i zbiorników służących do przechowywania lub zawierających substancje niebezpieczne lub mieszaniny niebezpieczne (22).

Tabela 1. Substancje chemiczne i pyły sklasyfikowane jako rakotwórcze lub mutagenne, dla których ustalono wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (2,3,18)
Table 1. Chemicals and dusts classified as carcinogens or mutagens, for which maximum admissible concentrations have been established (2,3,18)

Substancja chemiczna [nr CAS] (3,18) Chemicals [CAS No] (3,18)	Najwyższe dopuszczalne stężenie (18) Maximum admissible concentration (18)		Rozporządzenie 1272/2008/WWE (3) Regulation 1272/2008/EC (3)	
	NDS MAC(TWA)	NDSch MAC(STEL)	NDSP MAC(C)	substancja rakotwórcza (3) carcinogenic substance (3)
Akrylamid / Acrylamide [79-06-1]	0,1	-	-	Carc. 1B, H350 Muta. 1B, H340
Akrylonitryl / Acrylonitrile [107-13-1]	2	10	-	Carc. 1B, H350
Arsen i jego związki nieorganiczne – w przeliczeniu na As / Arsenic [7440-38-2] and inorganic compounds, as As	0,01	-	-	
tlenek arsenu(III) / arsenic(III) oxide [1327-53-3]	0,01	-	-	Carc. 1A, H350
tlenek arsenu(V) / arsenic(V) oxide [1303-28-2]	0,01	-	-	Carc. 1A, H350
kwas arsenowy(V) i jego sole / arsenic(V) acid and its salts [-]	0,01	-	-	Carc. 1A, H350
wodoroarsenian(V) ołowiu(II) / lead hydrogen arsenate [7784-40-9]	0,01	-	-	Carc. 1A, H350
arsenian nikiel(II) / nickel(II) arsenate [13477-70-8]	0,01	-	-	Carc. 1A, H350
Azirydyna / Aziridine [151-56-4]	0,62	-	-	Carc. 1B, H350 Muta. 1B, H340
Benzen / Benzene [71-43-2]	1,6	-	-	Carc. 1A, H350 Muta. 1B, H340
Benzo[<i>a</i>]piren / Benzo[<i>a</i>]pirene [50-32-8]	0,002	-	-	Carc. 1B, H350 Muta. 1B, H340
Benzydyna / Benzidine [92-87-5]	0	0	-	Carc. 1A, H350
Benzyna / Benzin (gasoline)				
ekstrakcyjna / extraction [8030-30-6]	500	1500	-	Carc. 1B, H350
do lakierów / for varnish [8052-41-3]	300	900	-	Carc. 1B, H350
benzyna ciężka, hydrodisiarczona / naphtha (petroleum), hydrosulfurized heavy [64742-82-1]	300	900	-	Carc. 1B, H350
benzyna ciężka, obrabiana wodorem / naphtha (petroleum), hydrotreated heavy [64742-48-9]	300	900	-	Carc. 1B, H350
Beryl i jego związki nieorganiczne – w przeliczeniu na Be / Beryllium and inorganic compounds, as Be [7440-41-7]	0,0002	-	-	Carc. 1B, H350
związki berylu z wyjątkiem glinokrzemianów berylu i związków wymienionych w innym miejscu wykazu / beryllium compounds except for aluminum beryllium silicates, and for those specified elsewhere in this Annex [-]	0,0002	-	-	Carc. 1B, H350
tlenek berylu / beryllium oxide [1304-56-9]	0,0002	-	-	Carc. 1B, H350

Tabela 1. Substancje chemiczne i pyły sklasyfikowane jako rakotwórcze lub mutagenne, dla których ustalono wartości dopuszczalnych stężeń (2,3,18) – cd.
Table 1. Chemicals and dusts classified as carcinogens or mutagens, for which maximum admissible concentrations have been established (2,3,18) – cont.

Substancja chemiczna [nr CAS] (3,18) Chemicals [CAS No] (3,18)	Najwyższe dopuszczalne stężenie (18) Maximum admissible concentration (18)		Rozporządzenie 1272/2008/WWE (3) Regulation 1272/2008/EC (3)		
	NDS MAC(TWA)	NDSch MAC(STEL)	NDSP MAC(C)	substancja rakotwórcza (3) carcinogenic substance (3)	substancja mutagenna (3) mutagenic substance (3)
Bromoeten / Bromoethylene [593-60-2]	0,4	-	-	Carc. 1B, H350	
Bifenilo-4-amina / 4-Aminobiphenyl [92-67-1]	0,001	-	-	Carc. 1A, H350	
Buta-1,3-dien / Buta-1,3-diene [106-99-0]	4,4	-	-	Carc. 1A, H350	Muta. 1B, H340
Chlorek chromyłu / Chromyl chloride [14977-61-8]	0,15	-	-	Carc. 1B, H350	Muta. 1B, H340
4-Chloroanilina / 4-Chloroaniline [106-47-8]	3	10	-	Carc. 1B, H350	
2-Chlorobuta-1,3-dien / 2-Chlorobuta-1,3-diene [126-99-8]	2	6	-	Carc. 1B, H350	
1-Chloro-2,3-epoksypropan / 1-Chloro-2,3-epoxypropane [106-89-8]	1	-	-	Carc. 1B, H350	
Chloroeten / Chloroethylene [75-01-4]	5	30	-	Carc. 1A, H350	
Chloro(fenilo)metan / Benzyl chloride [100-44-7]	3	-	-	Carc. 1B, H350	
Chromiany(VI) i dichromiany(VI) – w przeliczeniu na Cr(VI) / Chromate(VI) and dichromate(VI) – as Cr(VI) [-]	0,1	0,3	-	Carc. 1A, H350 lub Carc. 1B, H350 Carc. 1A, H350 or Carc. 1B, H350	
chromiany(VI) cynku łącznie z chromianem(VI) cynku-potasu / zinc chromates including zinc potassium chromate [-]	0,1	0,3	-	Carc. 1A, H350	
chromian(VI) potasu / potassium chromate [7789-00-6]	0,1	0,3	-	Carc. 1A, H350	Muta. 1B, H340
dichromian(VI) amonu / ammonium dichromate [7789-09-5]	0,1	0,3	-	Carc. 1B, H350	Muta. 1B, H340
dichromian(VI) sodu / sodium dichromate [10588-01-9]	0,1	0,3	-	Carc. 1B, H350	Muta. 1B, H340
dichromian(VI) sodu – dihydrat / sodium dichromate, dihydrate [7789-12-0]	0,1	0,3	-	Carc. 1B, H350	Muta. 1B, H340
chromian(VI) wapnia / calcium chromate [13765-19-0]	0,1	0,3	-	Carc. 1B, H350	
chromian(VI) strontu / strontium chromate [7789-06-2]	0,1	0,3	-	Carc. 1B, H350	
chromian(VI) chromu(III) / chromium III chromate [24613-89-6]	0,1	0,3	-	Carc. 1B, H350	
chromian(VI) sodu / sodium chromate [7775-11-3]	0,1	0,3	-	Carc. 1B, H350	Muta. 1B, H340
chromian(VI) niklu / nickel chromate [14721-18-7]	0,1	0,3	-	Carc. 1A, H350	

związki chromu(VI) z wyjątkiem chromianu(VI) baru i związków wymienionych w innym miejscu wykazu / chromium (VI) compounds except for barium chromate, and for compounds specified elsewhere in this Annex [-]	0,1	0,3	-	Carc. 1B, H350	
chromian(VI) potasu / potassium chromate [7789-00-6]	0,1	0,3	-	Carc. 1B, H350	Muta. 1B, H340
Dibenzo[<i>a,h</i>]anthracen / Dibenzo[<i>a,h</i>]anthracene [53-70-3]	0,004	-	-	Carc. 1B, H350	
1,2-Dibromoetan / 1,2-Dibromoethane [106-93-4]	0,01	-	-	Carc. 1B, H350	
1,2-Dichloroetan / 1,2-Dichloroethane [107-06-2]	50	-	-	Carc. 1B, H350	
2,2'-Dichloro-4,4'-metyleno-diamilina / 2,2'-Dichloro-4,4'-methylenediamiline [101-14-4]	0,02	-	-	Carc. 1B, H350	
N,N-Dimetylohydrazyna / N,N-Dimethylhydrazine [57-14-7]	0,1	-	-	Carc. 1B, H350	
Dinitrotoluen – mieszanina izomerów / Dinitrotoluene – mixed isomers [25321-14-6]	0,33	-	-	Carc. 1B, H350	
Epoksyetan / Ethylene oxide [75-21-8]	1	-	-	Carc. 1B, H350	Muta. 1B, H340
1,2-Epoksy-3-fenoksypropan / 1,2-Epoxy-3-phenoxypropane [122-60-1]	0,6	3	-	Carc. 1B, H350	
1,2-Epoksypropan / 1,2-Epoxypropane [75-56-9]	9	-	-	Carc. 1B, H350	Muta. 1B, H340
2,3-Epoksypropanol / 2,3-Epoxypropan-1-ol [556-52-5]	6	-	-	Carc. 1B, H350	
Fenylhydrazyna / Phenylhydrazine [100-63-0]	20	-	-	Carc. 1B, H350	
Heksachlorobenzen / Hexachlorobenzene [118-74-1]	0,5	-	-	Carc. 1B, H350	
Heksametylotriamid kwasu fosforowego(V) / Hexamethylphosphoric triamide [680-31-9]	0,05	-	-	Carc. 1B, H350	Muta. 1B, H340
Hydrazyna / Hydrazine [302-01-2]	0,05	0,1	-	Carc. 1B, H350	
Izopren / Isoprene [78-79-5]	100	300	-	Carc. 1B, H350	
Kadm i jego związki nieorganiczne – w przeliczeniu na Cd / Cadmium, metal and inorganic compounds as Cd [7440-43-9]					Muta. 1B, H340:
frakcja wdychalna / inhalable fraction	0,01	-	-		
frakcja respirabilna / respirable fraction	0,002	-	-		
kadm (niesamozapalny) / cadmium (non-pyrophoric) [7440-43-9]					
frakcja wdychalna / inhalable fraction	0,01	-	-		
frakcja respirabilna / respirable fraction	0,002	-	-		
fluorek kadmu(II) / cadmium fluoride [7790-79-6]					Muta. 1B, H340
frakcja wdychalna / inhalable fraction	0,01	-	-		
frakcja respirabilna / respirable fraction	0,002	-	-		

Tabela 1. Substancje chemiczne i pyły sklasyfikowane jako rakotwórcze lub mutagenne, dla których ustalono wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (2,3,18) – cd.
Table 1. Chemicals and dusts classified as carcinogens or mutagens, for which maximum admissible concentrations have been established (2,3,18) – cont.

Substancja chemiczna [nr CAS] (3,18) Chemicals [CAS No] (3,18)	Najwyższe dopuszczalne stężenie (18) Maximum admissible concentration (18)		Rozporządzenie 1272/2008/WE (3) Regulation 1272/2008/EC (3)	
	NDS MAC(TWA)	NDSP MAC(STEL)	substancja rakotwórcza (3) carcinogenic substance (3)	substancja mutagenna (3) mutagenic substance (3)
chlerek kadmu(II) / cadmium chloride [10108-64-2]			Carc. 1B, H350	Muta. 1B, H340
frakcja wdychalna / inhalable fraction	0,01	-		
frakcja respirabilna / respirable fraction	0,002	-		
siarczan kadmu(II) / cadmium sulphate [10124-36-4]			Carc. 1B, H350	Muta. 1B, H340
frakcja wdychalna / inhalable fraction	0,01	-		
frakcja respirabilna / respirable fraction	0,002	-		
siarczek kadmu(II) / cadmium sulphide [1306-23-6]			Carc. 1B, H350	
frakcja wdychalna / inhalable fraction	0,01	-		
frakcja respirabilna / respirable fraction	0,002	-		
kadm (samozapalny) / cadmium pyrophoric [7440-43-9]			Carc. 1B, H350	
frakcja wdychalna / inhalable fraction	0,01	-		
frakcja respirabilna / respirable fraction	0,002	-		
Karbendazim / Carbazim [10605-21-7]	10	-		Muta. 1B, H340
<i>o</i> -Anizydyna / <i>o</i> -Anisidine [90-04-0]	0,5	1	Carc. 1B, H350	
2-Metylazirydyna / 2-Methylaziridine [75-55-8]	4,7	-	Carc. 1B, H350	
4,4'-Metylenodianilina / 4,4'-Methylenedianiline [101-77-9]	0,08	-	Carc. 1B, H350	
2-Naftyloamina / 2-Naphthylamine [91-59-8]	0	0	Carc. 1A, H350	
Nikiel i jego związki z wyjątkiem tetrakarbonylku niklu – w przeliczeniu na Ni / Nickel and its compounds except for nickel carbonyl, as Ni [7440-02-0]	0,25	-		
tlenek niklu(II) / nickel(II) oxide [1313-99-1]	0,25	-	Carc. 1A, H350	
tlenek niklu(IV) / nickel(IV) oxide [12035-36-8]	0,25	-	Carc. 1A, H350	
tritenek diniklu / dinickel trioxide [1314-06-3]	0,25	-	Carc. 1A, H350	
siarczek niklu(II) / nickel sulphide [16812-54-7]	0,25	-	Carc. 1A, H350	
disiarczek trinitku / trinickel disulphide [12035-72-2]	0,25	-	Carc. 1A, H350	

2-Nitrotoluen / 2-Nitrotoluene [88-72-2]	11	-	-	Carc. 1B, H350	Muta. 1B, H340
Propano-3-lakton / 1,3-Propiolactone [57-57-8]	1	-	-	Carc. 1B, H350	
Siarczan(VI) dimetylu / Dimethyl sulphate [77-78-1]	0,5	1	-	Carc. 1B, H350	
2-Toliloamina / 2-Aminotoluene [95-53-4]	3	-	-	Carc. 1B, H350	
Tolueno-2,4-diamina / 2,4-Toluenediamine [95-80-7]	0,04	0,1	-	Carc. 1B, H350	
Trichloroetylen / Trichloroethylene [79-01-6]	50	100	-	Carc. 1B, H350	
1,2,3-Trichloropropan / 1,2,3-Trichloropropane [96-18-4]	7	-	-	Carc. 1B, H350	
Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) – jako suma iloczynów stężeń i współczynników rakotwórczości dla 9 rakotwórczych WWA ¹ / Polyaromatic hydrocarbons (PAH) – as the sum of the concentration products and carcinogenic coefficients for 9 carcinogenic PAH ¹ [–]	0,002	-	-	Carc. 1A lub 1B, H350 Carc. 1A or 1B, H350	
benzo[<i>a</i>]pyren / benzo[<i>a</i>]pyrene [50-32-8]				Carc. 1B, H350	Muta. 1B, H340
benzo[<i>k</i>]fluoranten / benzo[<i>k</i>]fluoranthene [207-08-9]				Carc. 1B, H350	
chryzen / chrysene [218-01-9]				Carc. 1B, H350	
Pyły zawierające azbest (jeden lub więcej rodzajów azbestu wymienionych poniżej) / Dusts containing asbestos (one or more types of asbestos dusts named below)				Carc. 1A, H350	
frakcja wdychalna / inhalable fraction	0,5	-	-		
włókna respiralne / respirable fibers	0,1 włókna/cm ³ fibers/cm ³	-	-		
aktynolit / actinolite [77536-66-4]	0,5	-	-	Carc. 1A, H350	
frakcja wdychalna / inhalable fraction					
włókna respiralne / respirable fibers	0,1 włókna/cm ³ fibers/cm ³	-	-		
grueneryt (amozyt) / grunerite (amosite) [12172-73-5]	0,5	-	-	Carc. 1A, H350	
frakcja wdychalna / inhalable fraction					
włókna respiralne / respirable fibers	0,1 włókna/cm ³ fibers/cm ³	-	-		
antofyllit / anthophyllite [77536-67-5]	0,5	-	-	Carc. 1A, H350	
frakcja wdychalna / inhalable fraction					
włókna respiralne / respirable fibers	0,1 włókna/cm ³ fibers/cm ³	-	-		

¹ Wartości współczynników rakotwórczości dla 9 WWA są następujące: dibenzo[*a,h*]antracen – 5, benzo[*a*]pyren – 1, benzo[*a*]antracen – 0,1; benzo[*b*]fluoranten – 0,1; benzo[*k*]fluoranten – 0,1; indeno[1,2,3-*c,d*]piren – 0,1; antracen – 0,01; benzo[*g,h,i*]perylene – 0,01; chryzen – 0,01 / The carcinogenic coefficients(k) values for 9 PAH are: for dibenzo[*a,h*]anthracene – 5, benzo[*a*]pyrene – 1, benzo[*a*]anthracene – 0,1, benzo[*b*]fluoranthene – 0,1, benzo[*k*]fluoranthene – 0,1, indeno[1,2,3-*c,d*]pyrene – 0,1, anthracene – 0,01, benzo[*g,h,i*]perylene – 0,01, chrysene – 0,01.

Tabela 1. Substancje chemiczne i pyły sklasyfikowane jako rakotwórcze lub mutagenne, dla których ustalono wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (2,3,18) – cd.
Table 1. Chemicals and dusts classified as carcinogens or mutagens, for which maximum admissible concentrations have been established (2,3,18) – cont.

	Najwyższe dopuszczalne stężenie (18) Maximum admissible concentration (18)		Rozporządzenie 1272/2008/WE (3) Regulation 1272/2008/EC (3)	
	NDS MAC(TWA)	NDSch MAC(STEL)	substancja rakotwórcza (3) carcinogenic substance (3)	substancja mutagenna (3) mutagenic substance (3)
chryzotyl / chrysotile [12001-29-5]				
frakcja wdychalna / inhalable fraction	0,5	-		
włókna respirabilne / respirable fibers	0,1 włókna/cm ³ fibers/cm ³	-		
krocydolit / crocidolite [12001-28-4]				
frakcja wdychalna / inhalable fraction	0,5	-	Carc. 1A, H350	
włókna respirabilne / respirable fibers	0,1 włókna/cm ³ fibers/cm ³	-		
tremolit / tremolite [77536-68-6]				
frakcja wdychalna / inhalable fraction	0,5	-		
włókna respirabilne / respirable fibers	0,1 włókna/cm ³ fibers/cm ³	-		
Pyły sztucznych włókien mineralnych / Artificial mineral fiber dust [-]				
pyły sztucznych włókien mineralnych z wyjątkiem włókien ceramicznych / artificial mineral fiber dusts except for ceramic fibers				
frakcja wdychalna / inhalable fraction	2	-		
włókna respirabilne / respirable fibers	1 włókna/cm ³ fibers/cm ³	-		
pyły włókien ceramicznych / ceramic fiber dusts*				
frakcja wdychalna / inhalable fraction	1	-		
włókna respirabilne / respirable fibers	0,5 włókna/cm ³ fibers/cm ³	-		
pyły włókien ceramicznych w mieszaninie z innymi sztucznymi włóknami mineralnymi / mixture of ceramic fiber dust with other artificial mineral fibers (MMMMF)				
frakcja wdychalna / inhalable fraction	1	-		
włókna respirabilne / respirable fibers	0,5 włókna/cm ³ fibers/cm ³	-		

Pyły drewna / Wood dusts [-]

pyły drewna z wyjątkiem pyłów drewna twardego, takiego jak buk i dąb / wood dust except for hardwood dusts, such as beech and oak

frakcja wdychalna / inhalable fraction

pyły drewna twardego, takiego jak buk i dąb / hardwood dusts such as beech and oak

4

proces technologiczny, w którym uwalniają się substancje rakotwórcze lub mutagenne; prace związane z narażeniem na pył drewna twardego / the technological process with the release of carcinogens and mutagens; work involving exposure to hardwood dust (2)

frakcja wdychalna / inhalable fraction

pyły drewna mieszane zawierające pył drewna twardego, takiego jak buk i dąb / mixture of wood dusts containing hardwood dusts, such as beech and oak

2

proces technologiczny, w którym uwalniają się substancje rakotwórcze lub mutagenne; prace związane z narażeniem na pył drewna twardego / the technological process with the release of carcinogens and mutagens; work involving exposure to hardwood dust (2)

frakcja wdychalna / inhalable fraction

Substancja rakotwórcza – to substancja lub mieszanka substancji powodujących powstanie raka lub zwiększających częstość jego występowania. Substancje, które spowodowały powstanie nowotworów łagodnych i złośliwych we właściwie przeprowadzonych badaniach doświadczalnych na zwierzętach, uważa się również za substancje, co do których istnieje domniemanie lub podejrzenie, że są rakotwórcze dla człowieka, o ile nie ma przekonujących dowodów na to, że mechanizm powstawania nowotworu nie ma znaczenia dla ludzi (3) / Carcinogenic substance – a substance or a mixture of substances that induce cancer or increase its incidence. Substances that have induced benign and malignant tumors in well-performed experimental studies on animals are also considered presumed or suspected human carcinogens unless there is strong evidence that the mechanism of tumor formation is not relevant to humans (3).

Carc. 1A – substancja rakotwórcza kategorii 1A – substancja ma potencjalne działanie rakotwórcze dla ludzi, przy czym dowody przemawiające za daną klasyfikacją opierają się przede wszystkim na danych dotyczących ludzi (3) / Carcinogenic substance Category 1A – a substance known to have carcinogenic potential for humans, classification is largely based on human evidence (3).

Carc. 1B – substancja rakotwórcza kategorii 1B – substancja, która ma potencjalne działanie rakotwórcze dla ludzi, przy czym klasyfikacja opiera się na badaniach przeprowadzonych na zwierzętach (3) / Carcinogenic substance Category 1B – a substance presumed to have carcinogenic potential for humans, classification is largely based on animal evidence (3).

Substancja mutagenna – substancja lub mieszanka substancji powodujące zwiększone występowanie mutacji w populacjach komórek lub organizmów (3) / Mutagenic substance – a substance or a mixture of substances giving rise to an increased occurrence of mutations in populations of cells and/or organisms (3).

Muta. 1B – klasyfikacja w kategorii 1B oparta jest na / Classification in Muta. Category 1B is based on:

– pozytywnym wyniku/wynikach badań dziedzicznej mutagenności komórek rozrodczych ssaków *in vivo*; lub / positive result(s) from *in vivo* heritable germ cell mutagenicity tests in mammals; or
 – pozytywnym wyniku/wynikach badań mutagenności komórek somatycznych ssaków *in vivo*, w połączeniu z pewnymi dowodami na to, iż substancja może potencjalnie powodować mutacje komórek rozrodczych. Te dowody na poparcie można uzyskać z badań mutagenności/genotoksyczności komórek rozrodczych *in vivo* lub poprzez wykazanie zdolności substancji lub jej metabolitu/-ów do wchodzenia w interakcję z materiałem genetycznym komórek rozrodczych; lub / positive result(s) from *in vivo* somatic cell mutagenicity tests in mammals, in combination with some evidence that the substance has potential to cause mutations to germ cells. It is possible to derive this supporting evidence from mutagenicity/genotoxicity tests in germ cells *in vivo*, or by demonstrating the ability of the substance or its metabolite(s) to interact with the genetic material of germ cells; or
 – pozytywnych wynikach z badań wykazujących skutki mutagenne w komórkach rozrodczych u ludzi bez wykazywania, że są to zmiany dziedziczne; na przykład, wzrost częstości występowania aneuploidii w męskich komórkach rozrodczych u osób narażonych na działanie substancji (3) / positive results from tests showing mutagenic effects in the germ cells of humans, without demonstration of transmission to progeny; for example, an increase in the frequency of aneuploides in sperm cells of exposed people (3).

Frakcja wdychalna – frakcja aerozolu wnikająca przez nos i usta, która po zdeponowaniu w drogach oddechowych stwarza zagrożenie dla zdrowia (18) / Inhalable fraction – the fraction of aerosol penetrating through the nose and mouth that is hazardous to health when deposited in the respiratory tract (18).

Frakcja respirabilna – frakcja aerozolu wnikaćca do dróg oddechowych, która stwarza zagrożenie dla zdrowia po zdeponowaniu w obszarze wymiany gazowej (18) / Respirable fraction – the fraction of aerosol penetrating into the respiratory tract that is hazardous to health when deposited in the gas-exchange region (18).

Włókna respirabilne – włókna o długości powyżej 5 µm, o maksymalnej średnicy poniżej 3 µm i o stosunku długości do średnicy > 3 (18) / Respirable fibers – fibers more than 5 µm long with the maximum diameter below 3 µm, the proportion length to diameter > 3 (18).

* Ogniowtrwale włókna ceramiczne do specjalnych celów z wyjątkiem wymienionych w innym miejscu wykazu [syntetyczne włókna ceramiczne (krzemianowe) bez określonej orientacji z zawartością tlenków alkalicznych i metali ziem alkalicznych (Na₂O+K₂O+CaO+MgO+BaO) ≤ 18% wagowo] (18) / Refractory ceramic fibers for specific purposes other than those specified elsewhere in this list [synthetic man-made vitreous (silicate) fibers with random orientation with alkaline oxide and alkali earth oxide (Na₂O + K₂O + CaO + MgO + BaO) ≤ 18% by weight] (18).

H340 – może powodować wady genetyczne (3) / may cause genetic defects (3).

H350 – może powodować raka (3) / may cause cancer (3).

NDS – najwyższe dopuszczalne stężenie, wartość średnia ważona stężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w Kodeksie pracy, przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w jego stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń (18) / MAC(TWA) – Maximum Admissible Concentration, the time-weighted average concentration for a conventional 8-h workday and a workweek defined in the Labour Code, to which workers may be exposed during their whole working life, without any adverse effects on their health (also when retired) or that of the next generations (18).

NDSch – najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe, wartość średnia stężenia, która nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika, jeżeli występuje w środowisku pracy nie dłużej niż 15 minut i nie częściej niż 2 razy w czasie zmiany roboczej, w odstepie czasu nie krótszym niż 1 godzina / MAC(STEL) – Maximum Admissible Short-Term Concentration, the short-term exposure limit is an average concentration, to which workers may be exposed without any adverse health effects if it does not last longer than 15 m and does not occur more often than twice during a workday, at intervals not shorter than 1 h (18).

NDSP – najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe, stężenie, które ze względu na zagrożenie zdrowia lub życia nie może być w środowisku pracy przekroczone w żadnym momencie (18) / MAC(C) – Maximum Admissible Ceiling Concentration, ceiling concentration, which because of the threat to workers' health or life, should never be exceeded (18).

Tabela 2. Dopuszczalne stężenie substancji lub jej metabolitów w materiale biologicznym (DSB) zalecane przez Międzyresortową Komisję ds. NDS i NDN dla substancji rakotwórczych lub mutagennych (20), dla których ustalono wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (18)

Table 2. Biological limit values of the substance or its metabolites (BLV) recommended by the Interdepartmental Commission for Maximum Admissible Concentrations and Intensities for Agents Harmful to Health in the Work Environment for carcinogens or mutagens (20), for which MACs have been established (18)

Substancja wchłaniana Absorbed substance	Substancja oznaczana Analyzed substance	Material Biological materials	Warunki pobierania materiału do badań Conditions for collection of the test material	Wartości prawidłowe bez narażenia zawodowego Normal value without occupational exposure	Uwagi Notes
Benzen / Benzene	kwas S-fenyllo-merkapturowy (S-PMA) / S-phenylmercapturic acid	mocz / urine	a	kwas S-fenyllo-merkapturowy (S-PMA) / S-phenylmercapturic acid < 2 µg/g* kreatyniny / creatinine	25 µg/g kreatyniny / creatinine * u osób niepalących / for non-smokers
	kwas trans,trans-mukonowy (t,t-MA) / t,t-Muconic acid	mocz / urine	a	kwas trans,trans-mukonowy (t,t-MA) / t,t-Muconic acid < 0,15 mg/g* kreatyniny / creatinine	0,5 mg/g kreatyniny / creatinine * u osób niepalących / for non-smokers

Arsen i nieorganiczne związki arsenu / Arsenic and inorganic compounds	arsen + kwas monometyloarsenowy (MMA) + kwas dimetyloarsenowy (DMA) / arsenic + monomethylarsonic acid + dimethylarsonic acid	mocz / urine	b	Arsen + MMA + DMA < 10 µg/l	35 µg/l w przeliczeniu na średnią gęstość moczu: 1.024 / 35 µg/l expressed in medium urine density: 1.024	oznaczenia należy wykonywać z zastosowaniem metod umożliwiających eliminację wpływu organicznych związków arsenu obecnych w owocach morza (jak np. arsenobetaina) / determination should be performed using the methods for eliminating the influence of organic arsenic compounds present in the „Seafood” (e.g. arsenobetaine)
Chrom(VI) / Chromium(VI)	chrom / chromium(VI)	mocz / urine	e	ok. 1 µg/g kreatyniny / about 1 µg/g creatinine	10 µg/g kreatyniny / creatinine	ocena wchłaniania w danym dniu na podstawie różnicy stężeń / absorption rate on a given day based on the difference in concentrations
Związki rozpuszczalne w wodzie występujące w dymach / Water-soluble fume		mocz / urine	b		30 µg/g kreatyniny / creatinine	ocena dawki skumulowanej; w obu przypadkach podany sposób interpretacji odnosi się jedynie do osób przewlekle narażonych; u osób rozpoczynających pracę lub powracających do pracy po dłuższej przerwie stężenia mogą być znacznie mniejsze / assessment of cumulative dose; in both cases the interpretation applies only to people chronically exposed; in people entering or returning to work after a long interval, the concentrations can be much lower
Kadm i jego związki nieorganiczne / Cadmium and its inorganic compounds	kadm / cadmium	mocz / urine	c	średnio / average < 0.5 µg/g kreatyniny / creatinine	5 µg/g kreatyniny / creatinine	palenie papierosów powoduje 2–3-krotne zwiększenie stężenia kadmu we krwi i w moczu osób nienarażonych zawodowo / smoking causes a 2–3-fold increase in cadmium concentrations in the blood and urine of subjects not exposed occupationally
Trichloroeten / Trichloroethylene	kwas trichlorooctowy / trichloroacetic acid	krew / blood	c	średnio 0.5 µg kadmu/l krwi / average 0.5 µg cadmium/l blood	5 µg kadmu/l krwi / 5 µg cadmium/l blood	
		mocz / urine	b		20 mg kwasu trichlorooctowego/l moczu / 20 mg trichloroacetic acid/l urine	

DSB – dopuszczalne stężenie w materiale biologicznym / BLV – biological limits value.

a – próbka pobierana jednorazowo pod koniec ekspozycji dziennej w dowolnym dniu / sampled once at the end of daily exposure in any given day.

b – próbka pobierana jednorazowo pod koniec ekspozycji dziennej w końcu tygodnia pracy / sampled once at the end of daily exposure at the end of the work week.

c – próbka pobierana jednorazowo nie wcześniej niż po miesiącu od rozpoczęcia pracy w narażeniu / sampled once not earlier than one month after starting work in exposure.

d – w przypadku obliczenia szybkości wydalania z moczem ok. 2 godz. przed pobraniem właściwej próbki moczu, w celu opróżnienia pęcherza moczowego, pobiera się dodatkową próbkę, której się nie analizuje; notuje się czas, jaki upłynął między pobraniem obydwu próbek moczu / when calculating the rate of excretion with urine, about 2 h prior to taking urine samples, in order to empty the bladder, an additional sample is collected, but not analysed; the time between taking the two samples of urine is evidenced.

e – dwukrotne pobranie próbki moczu: przed rozpoczęciem zmiany i po jej zakończeniu / urine sampled twice: before and after the shift.

* U osób niepalących / In non-smokers.

WYTYCZNE SZACOWANIA RYZYKA ZDROWOTNEGO DLA CZYNNIKÓW RAKOTWÓRCZYCH

Żeby ułatwić pracodawcom i służbom nadzoru nad warunkami pracy identyfikację czynników rakotwórczych oraz ilościową ocenę ryzyka zdrowotnego dla pracowników, którzy mają kontakt z czynnikami rakotwórczymi, w Instytucie Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi opracowano i wydano „Wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego dla czynników rakotwórczych”. Do opracowania wytycznych powołano zespół specjalistów.

Zakres tematyczny wytycznych dla poszczególnych czynników rakotwórczych obejmuje dane dotyczące ich właściwości fizykochemicznych, występowania, zastosowania, narażenia pracowników na dany czynnik, działania biologicznego, dróg wchłaniania, toksyczności ostrej, toksyczności przewlekłej, działania toksycznego na zwierzęta, dowodów działania rakotwórczego, działania rakotwórczego na ludzi, działania rakotwórczego na zwierzęta, działania mutagennego, działania teratogennego, wpływu na rozrodczość, jakościowej oceny rakotwórczości (w tym umiejscowienia nowotworu), ilościowej oceny rakotwórczości oraz normatywów higienicznych. Wymieniona wyżej publikacja jest przeznaczona dla pracodawców, pracowników i służb nadzoru nad warunkami pracy (23).

W ostatnich latach opracowywano wytyczne dla substancji chemicznych zaklasyfikowanych jako rakotwórcze kategorii 1A i 1B oraz umieszczonych w wykazie substancji stwarzających zagrożenie (tabela 3.1 załącznika VI Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywę 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (DzUrz WE L 353/2 z 31 grudnia 2008 r. z późn. zm.) (3). Do maja 2013 r. wydano 29 numerów „Wytycznych...” dla 127 czynników rakotwórczych (23).

DOPUSZCZALNE STĘŻENIA DLA CZYNNIKÓW RAKOTWÓRCZYCH W ŚWIETLE USTAWODAWSTWA EUROPEJSKIEGO

Proces harmonizacji wartości normatywów higienicznych w państwach UE rozpoczął się od ustalenia indykatorywnych dopuszczalnych wartości narażenia zawodowego (indicative occupational exposure limit values – IOELV) przez Komitet Naukowy ds. Dopusz-

czalnych Norm Zawodowego Narażenia na Oddziaływanie Czynników Chemicznych w Pracy (Scientific Committee for Occupational Exposure Limits to Chemical Agents – SCOEL). Wartości IOELV są zdrowotnymi, niewiązującymi wartościami, które ustalono w oparciu o najnowsze dane naukowe, uwzględniającymi dostępność technik pomiarowych. Określają one poziomy progowe narażenia, poniżej których nie oczekuje się wystąpienia szkodliwych skutków oddziaływania danej substancji. Są one konieczne do określenia i oceny zagrożenia przez pracodawcę zgodnie z art. 4 Dyrektywy 98/24/WE (24). Wartości IOELV substancji chemicznych są ujęte w Dyrektywach 91/322/EWG (25), 2000/39/WE (26), 2006/15/WE (27) oraz 2009/161/WE (28).

Ustalenie wartości IOELV dla substancji rakotwórczej lub mutagennej uzależniono w SCOEL od sposobu (rodzaju) i mechanizmu jej działania rakotwórczego, czyli od tego, czy substancja ma działanie genotoksyczne, czy tego działania nie wykazuje. Biorąc pod uwagę to działanie, podzielono związki rakotwórcze na następujące grupy:

(A) Genotoksyczne kancerogeny bez wartości dopuszczalnej – ocena ryzyka z zastosowaniem modelu liniowego ekstrapolacji wyników badań ze zwierząt (duże dawki) na ludzi (małe dawki) (linear non-threshold model – LNT), np. 1,3-butadien, chlorek winylu i siarczan dimetylu.

(B) Genotoksyczne kancerogeny, dla których istniejące dane są niewystarczające do zastosowania modelu LNT, np. akrylonitryl, benzen, naftalen i pyły drewna.

(C) Genotoksyczne kancerogeny, dla których można ustalić praktyczną wartość dopuszczalną na podstawie istniejących danych, np. formaldehyd, octan winylu, nitrobenzen, pirydyna, krzemionka krystaliczna i ołów.

(D) Kancerogeny nieoddziałujące genotoksycznie i nieoddziałujące na DNA, dla których można ustalić wartość dopuszczalną na podstawie wartości NOAEL (no observable adverse effect level – poziom niewywołujący dających się zaobserwować szkodliwych skutków), np. tetrachlorek węgla i chloroform.

W Komitecie Naukowym ds. Dopuszczalnych Norm Zawodowego Narażenia na Oddziaływanie Czynników Chemicznych w Pracy (SCOEL) ustala się wartości OEL dla związków z grupy C i D (29).

Dla niektórych substancji rakotwórczych i/lub mutagennych na poziomie prawnym Wspólnoty Europejskiej ustalono wartości wiążące BOELV (binding occupational exposure limit values) w oparciu o najnowsze

dane naukowe, uwarunkowania socjoekonomiczne oraz możliwości techniczne osiągnięcia takiej wartości w przemyśle. W odróżnieniu od wartości IOELV, które są wdrażane do prawa WE na mocy dyrektywy Rady, wartości BOELV są wprowadzane decyzją Komisji i Parlamentu Europejskiego.

Dla substancji z ustalonymi wartościami BOELV państwa członkowskie przyjmują odpowiednie wartości krajowe, które mogą być na tym samym poziomie, ale nie mogą przekraczać wartości ustalonych w UE. Wartości BOELV ustalono dla azbestu (aktynolit, antyfilit, chryzotyl, grueneryt, krokidolit, termolit), benzenu, pyłów drewna twardego, ołowiu i jego związków nieorganicznych oraz monomeru chlorku winylu. Zestawienie wartości BOELV przedstawiono w tabeli 3.

W 2013 r. rozpoczęto prace nad weryfikacją Dyrektywy 2004/37/WE w sprawie ochrony pracowników przed zagrożeniem dotyczącym narażenia na działanie czynników rakotwórczych lub mutagenów podczas pracy (30). Zaproponowano ustalenie lub weryfikację wartości wiążących dla następujących substancji che-

micznych: frakcja respirabilna krzemionki krystalicznej, pyły drewna twardego, trichloroeten, hydrazyna, akrylamid, chrom(VI), epichlorohydryna, włókna ceramiczne, 4,4'-metylenodianilina oraz 1,2-dibromoetan.

ZASADY USTALANIA WARTOŚCI DOPUSZCZALNYCH STĘŻEŃ DLA SUBSTANCJI RAKOTWÓRCZYCH W WYBRANYCH PAŃSTWACH

Niemcy

W Niemczech do 2004 r. dla substancji rakotwórczych ustalano wartości techniczne (technical reference concentrations – TRC). W odróżnieniu od wartości dopuszczalnych stężeń (OEL-MAK) nie były one ustalane w oparciu o kryteria zdrowotne, tylko na podstawie możliwości technicznych przestrzegania ustalonej wartości TRC. Nie zabezpieczały więc zdrowia pracowników narażonych na działanie substancji rakotwórczych na stanowiskach pracy.

Wartość TRC definiowano jako najniższe stężenie substancji rakotwórczej (w postaci gazu, par lub aerozoli), które można było osiągnąć przy zachowaniu

Tabela 3. Wiążące wartości narażenia zawodowego (BOELV) dla substancji chemicznych (24,30,31)
Table 3. Binding occupational exposure limit values (BOELV) for chemicals (24,30,31)

Związek Substance	Nr CAS CAS No	BOELV [mg/m ³]	BOELV [ppm]	BOELV [włókna/ml] [fibers/ml]	Adnotacje Notes	Dyrektywa Directive
Azbest–aktynolit / Asbestos–Actinolite	77536-66-4	–	–	0,1	–	2009/148/WE (31)
Azbest–antofilit / Asbestos–Anthophyllite	77536-67-5	–	–	0,1	–	2009/148/WE (31)
Azbest–chryzotyl / Asbestos–Chrysotile	12001-29-5	–	–	0,1	–	2009/148/WE (31)
Azbest–grueneryt (amozyt) / Asbestos–Gruenerite (amosite)	12172-73-5	–	–	0,1	–	2009/148/WE (31)
Azbest–krokidolit / Asbestos–Crocidolite	12001-28-4	–	–	0,1	–	2009/148/WE (31)
Azbest–tremolit / Asbestos–Tremolite	77536-68-6	–	–	0,1	–	2009/148/WE (31)
Benzen / Benzene	71-43-2	3,25	1	–	skóra / skin	2004/37/WE (30)
Pyły drewna twardego / Hardwood dust	–	5,00	–	–	–	2004/37/WE (30)
Ołów i jego związki nieorganiczne / Lead and its inorganic compounds	7439-92-1	0,15	–	–	–	98/24/WE (24)
Monomer chlorku winylu / Vinyl chloride monomer	75-01-4	7,77	3	–	–	2004/37/WE (30)

BOELV – wiążące dopuszczalne wartości narażenia zawodowego, które są ustalane na podstawie najnowszych danych naukowych, uwarunkowań socjoekonomicznych oraz możliwości technicznych osiągnięcia takiej wartości w przemyśle. Wartości BOELV są wprowadzane decyzją Rady i Parlamentu Europejskiego. Dla substancji, dla których są ustalone wartości BOELV, państwa członkowskie muszą ustalić odpowiednie wartości krajowe, które mogą być na tym samym poziomie, ale nie mogą przekraczać wartości ustalonych w UE (24) / binding occupational exposure limit values are based on the latest scientific data, socio-economic conditions and the technical possibilities of achieving such values in industry. BOELV values are introduced by the Council and the European Parliament. For any chemical for which a binding occupational exposure limit value is established, Member States shall establish a corresponding national binding occupational exposure limit value based on, but not exceeding, the Community limit value (24). Skóra – adnotacja dotycząca skóry przypisana wartości dopuszczalnej narażenia zawodowego wskazuje na możliwość znacznej absorpcji przez skórę (30) / Skin – substantial contribution to the total body burden via dermal exposure is possible (30).

zasady state-of-the-art. Ustalono je dla 70 substancji o działaniu rakotwórczym. Wartości TRC ograniczały ryzyko wystąpienia choroby nowotworowej u pracowników, jednak nie całkowicie. Szczególnie niebezpieczne było w praktyce utożsamianie wartości TRC ustalonej w oparciu o możliwości techniczne z wartością OEL/MAK ustaloną w oparciu o kryteria zdrowotne. Pracodawcy zostali zobowiązani do ciągłego zmniejszania stężeń substancji rakotwórczych, mimo że mierzone stężenia były mniejsze niż wartości TRC. W praktyce pracodawcy często rezygnowali ze zmian technologicznych i technicznych, jeżeli stężenia substancji rakotwórczych na stanowiskach pracy były niższe niż wartości TRC, mimo że technicznie można było je jeszcze zmniejszyć (32).

W 2005 r. w Niemczech wprowadzono nową ustawę o substancjach niebezpiecznych i wartości TRC prze-

stały obowiązywać. Został utworzony Komitet ds. Substancji Niebezpiecznych (Committee for Hazardous Substances – AGS), który opracował nowe zasady oceny ryzyka związanego z narażeniem na substancje rakotwórcze (32). Zdefiniowano trzy obszary ryzyka – wysokie, średnie oraz małe – odpowiadające kolorom sygnalizacji drogowej (czerwone/żółte/zielone). Obszar między ryzykiem dużym (czerwony) a średnim (żółty) określono jako ryzyko tolerowane, czyli istnieje dodatkowe ryzyko wystąpienia choroby nowotworowej u 4 osób na 1 tys. narażonych na działanie substancji rakotwórczej w ciągu aktywności zawodowej. Pracownicy nie powinni być narażeni na ryzyko większe niż tolerowane.

Obszar między ryzykiem średnim (żółty) a małym (zielony) określono jako ryzyko akceptowane, czyli w tym przypadku istnieje dodatkowe ryzyko wystą-

Tabela 4. Propozycje wartości dopuszczalnych stężeń dla substancji rakotwórczych przy dwóch poziomach ryzyka w Niemczech (32)
Table 4. Proposed occupational exposure limits for carcinogens at two levels of risk in Germany (32)

Substancja Substance	Poziom ryzyka akceptowanego Acceptable risk (4×10^{-4})	Poziom ryzyka tolerowanego Tolerable risk (4×10^{-3})
Akrylamid / Acrylamide [79-06-1]	0,07 mg/m ³	0,7 mg/m ³ – bez uwzględnienia innych nierakotwórczych skutków narażenia na tę substancję / without taking into account other non-carcinogenic effects of exposure to this substance > 0,15 mg/m ³ – konieczne jest wykonywanie pomiarów i podjęcie innych działań / it is necessary to take measurements and perform other actions 0,07/0,15 mg/m ³ – należy podjąć działania, jakie określono dla poziomu ryzyka średniego / action must be taken as provided for medium risk
Akrylonitryl / Acrylonitrile [107-13-1]	0,26 mg/m ³ (0,12 ppm)	2,64 mg/m ³ (1,2 ppm)
Azbest / Asbestos	10 000 włókien/m ³ / fibers/m ³	100 000 włókien/m ³ / fibers/m ³
1,3-Butadien / Buta-1,3-diene [106-99-0]	0,5 mg/m ³ (0,2 ppm)	5 mg/m ³ (2 ppm)
Trichloroeten / Trichloroethylene [79-01-6]	33 mg/m ³ (6 ppm)	60 mg/m ³ (11 ppm)
Włókna glinokrzemianów / Aluminum silicate fibers	10 000 włókien/m ³ / fibers/m ³	100 000 włókien/m ³ / fibers/m ³
4,4'-Metylenodianilina / 4,4'-Methylenedianiline [101-77-9]	0,07 mg/m ³	0,7 mg/m ³
1,2-Epoksyetan (tlenek etylenu) / Ethylene oxide [75-21-8]	0,2 mg/m ³ (0,1 ppm)	2 mg/m ³ (1 ppm)
Benzo[a]piren / Benzo[a]pirene [50-32-8]	70 ng/m ³ 0,07 mg/m ³	700 ng/m ³ 0,7 mg/m ³
Benzen / Benzene [71-43-2]	0,2 mg/m ³ (60 ppb)	1,9 mg/m ³ (0,6 ppm)
Epichlorohydryna / Epichlorohydrin [106-89-8]	2,3 mg/m ³	

pienia choroby nowotworowej u 4 osób na 10 tys. narażonych na działanie substancji rakotwórczej w ciągu aktywności zawodowej (32).

Od 2013 r. do 2018 r. poziom ryzyka akceptowanego dla substancji rakotwórczych będzie zmniejszany, aż osiągnie statystyczną wartość 4:100 000, co odpowiada oszacowanemu ryzyku wystąpienia choroby nowotworowej dla ogółu społeczeństwa w Niemczech. W obszarze poniżej ryzyka tolerowanego, a powyżej akceptowanego, narażenie pracowników na substancje rakotwórcze musi być systematycznie zmniejszane przy zastosowaniu odpowiednich środków. W obszarze poniżej ryzyka akceptowanego pracodawcy obecnie nie są zobligowani do stosowania dodatkowych środków ochronnych.

Porównanie poziomu substancji rakotwórczych zmierzonych na stanowiskach pracy do wartości stężeń na poziomie ryzyka akceptowanego i tolerowanego determinuje potrzebę stosowania środków zapobiegawczych ujętych w 5 kategoriach – administracyjnych, technologicznych, organizacyjnych, medycyny pracy i substytucji. Na przykład stosowanie ochron indywidualnych dróg oddechowych jest konieczne w obszarze dużego ryzyka (czerwonego), natomiast w obszarze średniego ryzyka (żółtego) ochrony dróg oddechowych muszą być określone i dostarczone pracownikom, jeśli stężenia substancji rakotwórczych mogą być przekroczone w krótkim czasie (jednak o ich stosowaniu decyduje pracownik). W obszarze małego ryzyka (zielonego) środki ochrony dróg oddechowych nie muszą być określone i dostarczone przez pracodawcę.

Zasada jest następująca – im większe ryzyko, tym więcej środków powinno być zastosowanych dla danego stanowiska pracy. Stąd substytucja substancji rakotwórczych jest obligatoryjna przy większym ryzyku, podczas gdy dla średniego lub małego ryzyka odpowiednio dobrane środki techniczne należy tylko wziąć pod uwagę.

Wytypowano 30 substancji chemicznych o działaniu rakotwórczym, dla których przez AGS zostanie przeprowadzona ocena ryzyka. W 2015 r. przewidziano w Niemczech weryfikację ustawy o substancjach niebezpiecznych i wtedy wartości dla substancji rakotwórczych przy odpowiednich poziomach ryzyka zostaną umieszczone w przepisach krajowych. Dla 11 substancji chemicznych w publikacji Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA) podano propozycje wartości dopuszczalnych stężeń przy dwóch poziomach ryzyka z odniesieniem do dokumentacji będących ich podstawą (tab. 4).

Metodologię ustalania zależności narażenie–ryzyko w zależności od stężenia substancji rakotwórczej przedstawiono w przewodniku pt. „Guide for the quantification of cancer risk figures after exposure to carcinogenic hazardous substances for establishing limit values at the workplace” (33). Jest to proces długotrwały, ponieważ należy uwzględnić w nim wyniki badań epidemiologicznych i/lub badań na zwierzętach, ich ekstrapolację z dużych dawek/stężeń do małych, różnice międzygatunkowe oraz inne od rakotwórczych skutki działania ocenianej substancji.

Holandia

W Holandii dla substancji rakotwórczych lub mutagennych wartości dopuszczalnych stężeń są ustalane dla dwóch poziomów ryzyka:

- górnego, które ogranicza dodatkowy przyrost przypadków nowotworów do 10^{-4} /rok (4×10^{-3} podczas 40-letniej aktywności zawodowej pracownika),
- docelowego, które ogranicza dodatkowy przyrost przypadków nowotworów do 10^{-6} /rok (4×10^{-5} podczas 40-letniej aktywności zawodowej pracownika), poniżej którego nie trzeba stosować dodatkowych środków ochronnych.

Pierwszym krokiem przy ustaleniu wartości wiążących dla substancji rakotwórczych lub mutagennych jest ustalenie przez Holenderską Radę Zdrowia (De Gezondheidsraad) poziomu ryzyka. W drugim etapie Holenderska Rada Społeczno-Ekonomiczna (Sociaal-Economische Raad – SER) ocenia możliwości wprowadzenia wartości do prawa krajowego i przedstawia propozycję ministrowi pracy i polityki społecznej. W skład podkomitetu wchodzi przedstawiciele pracowników, pracodawców i związków zawodowych.

Wyniki oceny ekonomicznych możliwości przestrzegania zaproponowanej wartości dla substancji rakotwórczej lub mutagennej czasami prowadzą do zaakceptowania większej wartości dopuszczalnego stężenia i przyjęcia wyższego poziomu ryzyka, np. 10^{-4} . Taka wartość jest weryfikowana przez podkomitet SER co 4 lata w celu ustalenia, czy możliwe jest jej zmniejszenie. Ostatecznym celem jest osiągnięcie poziomu ryzyka docelowego 10^{-6} /rok (34).

Francja

We Francji wartości dopuszczalne dla substancji rakotwórczych działających bezprogowo nie chronią pracownika przed wystąpieniem chorób nowotworowych. Są jednak ustalane na niskim poziomie ryzyka (np. dodatkowe ryzyko wystąpienia choroby nowotworowej na po-

ziomie ryzyka 10^{-4} , 10^{-5} lub 10^{-6}) lub na poziomie technicznie możliwym do osiągnięcia, jeśli ilościowe szacowanie ryzyka nie jest możliwe (wartość pragmatyczna).

We francuskim wykazie publikowanym przez Narodowy Instytut Badań i Bezpieczeństwa (L'Institut National de Recherche et de Sécurité – INRS) nie oznaczono, czy wartość dla substancji rakotwórczej ustalono w oparciu o wyliczony skutek zdrowotny, czy w oparciu o ocenę ryzyka (34).

ROZPORZĄDZENIE REACH

Zgodnie z rozporządzeniem (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) (36) rejestrując substancję chemiczną powinien ustalić dwa poziomy niepowodujące zmian w stanie zdrowia dla każdej istotnej populacji ludzkiej (np. pracowników, konsumentów i osób narażonych na pośredni kontakt przez środowisko):

- pochodny poziom niepowodujący zmian (derived no-effect level – DNEL) dla substancji rakotwórczych, dla których możliwe jest ustalenie prognozy działania,
- najniższy poziom powodujący zmiany (derived minimal effect level – DMEL) dla substancji rakotwórczych i mutagennych, dla których dostępne dane nie pozwalają na ustalenie prognozy działania.

W przepisach WE nie istnieje pojęcie ryzyka tolerowanego dla substancji rakotwórczych i mutagennych, chociaż przy ustalaniu wartości DMEL dla pracowników narażonych na działanie danej substancji rejestrującej posługują się poziomem ryzyka 10^{-5} oraz 10^{-6} . Jeżeli nie jest możliwe ustalenie wartości DNEL/DMEL dla substancji rakotwórczej, rejestrujący musi to wyraźnie stwierdzić i uzasadnić.

Wartości DNEL lub DMEL powinny być zawsze podawane do wiadomości publicznej przez wiodącego rejestrującego (rozporządzenie REACH, artykuł 119) (36). Ustalenie wartości DNEL lub DMEL jest jednak wymagane tylko dla substancji produkowanych/importowanych/stosowanych w ilości od 10 ton/rok. Ponadto dane, na których bazie są ustalane wartości DNEL lub DMEL, mogą się różnić między sobą ze względu na wielkość obrotu i zastosowania substancji (np. półprodukty). W informacjach udostępnianych do publicznej wiadomości przez Europejską Agencję ds. Chemikaliów (European Chemicals Agency – ECHA) można znaleźć jedynie wartości DNEL

dla narażenia przez drogi oddechowe i skórę. Ocena ryzyka przy ustalaniu wartości DMEL dla substancji rakotwórczych lub mutagennych nie jest podawana przez ECHA do publicznej wiadomości (36).

PODSUMOWANIE

W raporcie przygotowanym przez Europejską Agencję ds. Bezpieczeństwa i Zdrowia (European Agency for Safety and Health at Work) na podstawie ankiet na temat substancji rakotwórczych i mutagennych (m.in. metodologia ustalania wartości dopuszczalnych dla tych substancji, przyjęte kryteria i źródła informacji) – które przeprowadzono w 21 państwach członkowskich WE (6 państw nie odpowiedziało na ankietę) oraz 4 państwach spoza WE (Australia, Kanada, Japonia, Stany Zjednoczone) – stwierdzono, że są stosowane różne strategie pozyskiwania informacji o pracownikach narażonych na ich działanie (np. poprzez informacje pozyskane od związków zawodowych, naukowców-ekspertów, krajowych inspektoratów pracy itp.) (37). Możliwości techniczne osiągnięcia dopuszczalnych wartości dla substancji rakotwórczych i mutagennych są także oceniane na różne sposoby, np. poprzez konsultacje trójstronne.

W większości państw europejskich wartości dopuszczalnych stężeń jako wartości wiążące ustalono dla 30–50 substancji (Belgia, Czechy, Dania, Estonia, Łotwa, Litwa, Holandia, Polska, Portugalia, Słowacja, Słowenia, Wielka Brytania). W 4 państwach tylko dla 3 substancji rakotwórczych przyjęto wartości wiążące (Cypr, Grecja, Włochy, Luksemburg). W Niemczech rozpoczęto prace nad nowym systemem oceny substancji rakotwórczych.

Dla substancji rakotwórczych wartości wiążące/dopuszczalne w większości państw są ustalane w odniesieniu do 8-godzinnego narażenia, chociaż w 13 państwach ustalono także wartości krótkoterminowe i dopuszczalne stężenia w materiale biologicznym, a w 8 państwach – wartości pułapowe. W Wielkiej Brytanii przy ustalaniu wartości dopuszczalnych dla substancji rakotwórczych są brane pod uwagę ekonomiczne konsekwencje ich wprowadzenia oraz koszty wynikające z ich przestrzegania (np. koszty kontroli, stosowania wentylacji czy środków ochrony indywidualnej) oraz oszczędności (np. wydatki na ochronę zdrowia). Podobny system jest stosowany w Szwecji.

W większości państw europejskich minister do spraw pracy jest odpowiedzialny za ustalenie i weryfikację wartości dopuszczalnych dla substancji rako-

twórczych, a ich poziom podlega konsultacji naukowej i publicznej. Różny jest czas ustalenia tych wartości – od roku (Czechy, Grecja, Litwa, Szwecja, Hiszpania), poprzez 2 lata w Finlandii, 3 lata (Belgia, Dania, Holandia, Polska, Słowacja) do powyżej 3 lat (Włochy, Litwa, Luksemburg, Wielka Brytania). Sześć państw członkowskich nie określiło czasu potrzebnego do ich ustalenia (Austria, Cypr, Estonia, Niemcy, Portugalia, Słowenia). W Danii, Finlandii i Szwecji dla niektórych substancji ten czas może być znacznie dłuższy.

Najczęściej zgłaszanymi przez państwa członkowskie WE problemami przy ustalaniu wartości dopuszczalnych dla substancji rakotwórczych i mutagennych był brak danych o narażeniu w krajowym przemyśle i danych toksykologicznych oraz trudności z uzyskaniem konsensusu z partnerami społecznymi i przedstawicielami przemysłu (37,38).

Substancje rakotwórcze i mutagenne zawsze będą wzbudzać duże kontrowersje ze względu na bezpośrednie zagrożenia życia osób narażonych na ich działanie. Jedyną słuszną drogą jest ich wyeliminowanie ze środowiska pracy i życia. Jeżeli taka eliminacja lub inne metody prewencji są niemożliwe do zastosowania, należy do minimum ograniczyć narażenie pracowników, niezależnie od poziomu ryzyka przyjętego w danym państwie (akceptowane, tolerowane i inne), ponieważ jest to tylko poziom ryzyka uzgodniony między rządami, pracodawcami i pracownikami.

PIŚMIENNICTWO

1. Szeszenia-Dąbrowska N., Wilczyńska U., Sobala W.: Choroby zawodowe w Polsce w 2011 r. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2012
2. 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 147, poz. 890
3. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin (CLP), zmieniające i uchylające dyrektywę 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006. DzUz WE L 353/2 z 31 grudnia 2008 r. z późn. zm.
4. Rozporządzenie Ministerstwa Zdrowia z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie kryteriów i sposobu klasyfikacji substancji chemicznych i ich mieszanin. DzU z 2012 r. nr 175, poz. 1018
5. Dyrektywa Rady nr 67/548/EWG z dnia 27 czerwca 1967 r. w sprawie zbliżenia przepisów ustawodawczych, wykonawczych i administracyjnych odnoszących się do klasyfikacji, pakowania i etykietowania substancji niebezpiecznych. DzUz WE L 196 z 16 sierpnia 1967 r., s. 1
6. Dyrektywa Komisji 2001/59/WE z dnia 6 sierpnia 2001 r. dostosowująca do postępu technicznego po raz dwudziesty ósmy dyrektywę Rady 67/548/EWG w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych, dotyczących klasyfikacji, pakowania i etykietowania substancji niebezpiecznych. DzUz UE L 225 z 21 sierpnia 2001 r., s. 1
7. Czerczak S.: Klasyfikacje czynników rakotwórczych – Przegl. Bezpiecz. Pr. 2004;1:9–14 [cytowany 8 lipca 2013]. Adres: <http://www.ciop.pl/10726>
8. Kippling M.D., Waldron H.A.: Percivall Pott and cancer scroti. Br. J. Ind. Med. 1975;32:244–250 [cytowany 8 lipca 2013]. Adres: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1008067/pdf/brjindmed00087-0064.pdf>
9. Stellman S.D.: Issues of causality in the history of occupational epidemiology. Series: History of epidemiology [cytowany 8 lipca 2013]. Adres: [http://www.epidemiology.ch/history/papers/SPM%2048\(3\)151-60Stellman.pdf](http://www.epidemiology.ch/history/papers/SPM%2048(3)151-60Stellman.pdf)
10. Samet J.M., Munoz A.: Evolution of the cohort study. Epidemiol. Rev. 1998;20(1):1–14 [cytowany 8 lipca 2013]. Adres: <http://epirev.oxfordjournals.org/content/20/1/1.full.pdf>
11. Doll R.: Mortality from lung cancer in asbestos workers. Br. J. Ind. Med. 1955;12:81–86 [cytowany 8 lipca 2013]. Adres: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1035472/pdf/brjindmed00006-0005.pdf>
12. Skowroń J.: Czynniki rakotwórcze i mutagenne w świetle ustawodawstwa polskiego i Unii Europejskiej. Podst. Met. Oceny Środ. Pr. 2007;54(4):5–43 [cytowany 8 lipca 2013]. Adres: <http://www.ciop.pl/17374.html>
13. Czerczak S.: Zasady ustalania wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń chemicznych czynników szkodliwych w środowisku pracy. Podst. Met. Oceny Środ. Pr. 2004;42(4):5–19 [cytowany 8 lipca 2013]. Adres: <http://www.ciop.pl/9581.html#rsl>
14. Rozporządzenie Ministra Pracy, Prac i Spraw Socjalnych z dnia 27 listopada 1985 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń chwilowych i progowych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU z 1985 r. nr 56, poz. 290
15. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 21 października 1991 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń chwilowych i progowych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU z 1991 r. nr 114, poz. 495

16. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 17 czerwca 1998 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU z 1998 r. nr 70, poz. 513
17. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 września 1996 r. w sprawie czynników rakotwórczych w środowisku pracy oraz nadzoru nad stanem zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki. DzU z 1996 r. nr 121, poz. 571
18. 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; zm. DzU z 2005 r. nr 212, poz. 1769; zm. DzU z 2007 r. nr 161, poz. 1142; zm. DzU z 2009 r. nr 105, poz. 873; zm. DzU z 2010 r. nr 141, poz. 950; zm. DzU z 2011 r. nr 274, poz. 1621
19. 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
20. Augustyńska D., Pośniak M. [red.]: Czynniki szkodliwe w środowisku pracy – wartości dopuszczalne. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2012
21. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2012 r. w sprawie oznakowania opakowań substancji niebezpiecznych i mieszanin niebezpiecznych oraz niektórych mieszanin. DzU z 2012 r. nr 79, poz. 445
22. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 maja 2012 r. w sprawie sposobu oznakowania miejsc, rurociągów oraz pojemników i zbiorników służących do przechowywania lub zawierających substancje niebezpieczne lub mieszaniny niebezpieczne. DzU z 2012 r. nr 0, poz. 601
23. Czerczak S., Konieczko K., Pałaszewska A.: Czynniki rakotwórcze lub mutagenne w środowisku pracy – nowe ustawodawstwo. W: Czerczak S. [red.]. Wytyczne szacowania ryzyka zdrowotnego dla czynników rakotwórczych. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2005
24. Dyrektywa Rady 98/24/WE z dnia 7 kwietnia 1998 r. w sprawie bezpieczeństwa pracowników oraz ochrony ich zdrowia przed ryzykiem związanym z czynnikami chemicznymi podczas pracy. DzUrz WE L 131 z 5 maja 1998 r., s. 279
25. Dyrektywa Rady 91/322/EWG z dnia 29 maja 1991 r. w sprawie ustanowienia indykatywnych wartości granicznych w wykonaniu Dyrektywy Rady 80/1107/EWG w sprawie ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników chemicznych, fizycznych i biologicznych. DzUrz WE L 177 z 5 lipca 1991 r., s. 22
26. Dyrektywa Komisji 2000/39/WE z dnia 8 czerwca 2000 r. ustanawiająca pierwszą listę indykatywnych wartości granicznych narażenia na czynniki zewnętrzne podczas pracy w związku z wykonaniem dyrektywy Rady 98/24/WE w sprawie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników przed ryzykiem związanym z czynnikami chemicznymi w miejscu pracy. DzUrz WE L 142 z 16 czerwca 2000 r., s. 432
27. Dyrektywa Komisji 2006/15/WE z dnia 7 lutego 2006 r. ustanawiająca drugi wykaz indykatywnych dopuszczalnych wartości narażenia zawodowego w celu wykonania dyrektywy Rady 98/24/WE oraz zmieniająca dyrektywę 91/322/EWG i 2000/39/WE. DzUrz WE L 38 z 9 lutego 2006 r., s. 36
28. Dyrektywa Komisji 2009/161/WE z dnia 17 grudnia 2009 r. ustanawiająca trzeci wykaz wskaźnikowych dopuszczalnych wartości narażenia zawodowego w celu wykonania dyrektywy Rady 98/24/WE oraz zmieniająca dyrektywę Komisji 2000/39/WE. DzUrz WE L 338 z 19 grudnia 2009 r., s. 87
29. Methodology for the derivation of occupational exposure limits: Key documentation report EUR 19253 EN, Luxembourg 1999 (z późn. zm.) [cytowany 8 lipca 2013]. Adres: <http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=148&langId=en&intPageId=684>
30. Dyrektywa 2004/37/WE z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie ochrony pracowników przed zagrożeniem dotyczącym narażenia na działanie czynników rakotwórczych lub mutagenów podczas pracy. DzUrz WE L 158 z 30 kwietnia 2004 r., s. 50
31. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/148/WE z dnia 30 listopada 2009 r. w sprawie ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie azbestu w miejscu pracy. DzUrz UE L 330 z 16 grudnia 2009 r., s. 28
32. Federal Institute for Occupational Safety and Health: The risk-based concept for carcinogenic substances developed by the Committee for Hazardous Substances. From limit-value orientation to an action-oriented approach. BAuA, Dortmund 2013 [cytowany 8 lipca 2013]. Adres: <http://www.baua.de/dok/3581564>
33. Federal Institute for Occupational Safety and Health: Guide for the quantification of cancer risk figures after exposure to carcinogenic hazardous substances for establishing limit values at the workplace. BAuA, Dortmund 2008 [cytowany 8 lipca 2013]. Adres: http://www.baua.de/en/Publications/Expert-Papers/Gd34.pdf?__blob=publicationFile

34. Van Kesteren P.C.E., Palmes N.G.M., Dekkers S.: Occupational exposure limits and classification of 25 carcinogens. RIVM Letter report 320002001. National Institute for Public Health and Environment, 2012 [cytowany 8 lipca 2013]. Adres: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/320002001.pdf>
35. L'Institut National de Recherche et de Sécurité. Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED 984, 2012 [cytowany 8 lipca 2013]. Adres: http://www.inrs.fr/accueil/header/recherche.html?queryStr=Valeurs+limites+d%E2%80%99exposition+professionnelle+aux+agents+chimiques+en+France&val id_recherche=Ok
36. 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. DzUrz UE L 136/3 z 29 maja 2007 r. z późn. zm.
37. European Agency for Safety and Health at Work: Exploratory survey of OELs for CMR substances. European risk observatory report, 2007 [cytowany 8 lipca 2013]. Adres: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/548OELs>
38. 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, <http://dx.doi.org/10.1016/j.yrtph.2008.04.002>