

Jan Piotr Gromiec

Pomiary i ocena stężeń
czynników chemicznych
i pyłów w środowisku pracy

Wytyczne i zalecenia

Warszawa 2004

CIOP  **PIB**

Wydano ze środków Ministerstwa Gospodarki i Pracy przeznaczonych na realizację prac wdrożeniowych i upowszechniających wyniki programu wieloletniego (b. SPR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” (dofinansowywanego w zakresie prac badawczo-rozwojowych przez Komitet Badań Naukowych) oraz na dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej.

Główny koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Publikacja rekomendowana przez Państwową Inspekcję Pracy

Autor

dr Jan Piotr Gromiec

Instytut Medycyny Pracy im. prof. dr. med. Jerzego Nofera

Projekt okładki

Włodzimierz Mazerant

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy

– Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa 2004

ISBN 83-7373-126-1



Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa
tel. (48-22) 623 36 98, fax (48-22) 623 36 93
www.ciop.pl

Spis treści

1.	Wstęp	5
2.	Kryteria oceny narażenia zawodowego – wartości dopuszczalne	7
3.	Informacje niezbędne do planowania pomiarów – rozeznanie wstępne	9
	3.1. Identyfikacja potencjalnego narażenia	10
	3.2. Określenie warunków na stanowisku pracy	12
4.	Badania podstawowe.....	15
5.	Badania szczegółowe	17
6.	Dozymetria indywidualna	19
	6.1. Wybór pracowników do badań	19
	6.1.1. Pomiar najgorszego przypadku	19
	6.1.2. Wybór pracowników z grupy jednorodnego narażenia	21
	6.2. Czas pobierania próbek	22
	6.3. Obliczanie wskaźników narażenia	23
7.	Pomiary stacjonarne	25
	7.1. Wybór miejsca pobierania próbek.....	26
	7.2. Liczba próbek i ich rozłożenie w czasie.....	26
	7.3. Obliczanie wskaźników narażenia	28
8.	Pomiary w celu oceny zgodności warunków pracy z NDSCh	31
	8.1. Pomiary stacjonarne.....	31
	8.2. Dozymetria indywidualna	32
9.	Interpretacja wyników pomiarów.....	34

9.1. Ocena zgodności warunków pracy z NDS	35
9.2. Ocena zgodności warunków pracy z NDSCCh	35
9.3. Ocena działania łącznego	36
10. Ocena narażenia na zmianach roboczych różnych od 8-godzinnych i w innych nietypowych sytuacjach przemysłowych	39
11. Pomiary w celu oceny zgodności warunków pracy z NDSP	41
12. Częstotliwość pomiarów	44
13. Metody stosowane w analizie zanieczyszczeń powietrza	47
14. Pomiary za pomocą przyrządów do bezpośredniego odczytu	49
14.1. Ocena zgodności warunków pracy z NDS	50
14.2. Ocena zgodności warunków pracy z NDSCCh	51
15. Sprawozdanie z badań	52
16. Uwagi końcowe	54
Piśmiennictwo	55

1. Wstęp

Higieniczny nadzór nad warunkami środowiska pracy i ocena narażenia zawodowego na substancje chemiczne i pyły przemysłowe należą do najważniejszych działań na rzecz ochrony zdrowia pracowników. Znajomość stężeń substancji szkodliwych dla zdrowia w powietrzu oraz wielkości wchłoniętych dawek substancji szkodliwych pozwala bowiem przewidywać skutki zdrowotne narażenia, a także odpowiednio wcześniej stosować środki zaradcze w celu zmniejszenia ryzyka zawodowego.

Najistotniejszą drogą wchłaniania substancji chemicznych w warunkach przemysłowych jest układ oddechowy, a zatem najbardziej wiarygodną metodą oceny narażenia zawodowego na te substancje są pomiary ich stężeń w powietrzu na stanowiskach pracy. Jest to zadanie trudne i wymagające wysokich kwalifikacji ze względu na znaczną liczbę czynników chemicznych, złożoność procesów technologicznych i zmienność stężeń oznaczanych substancji w powietrzu. Sformalizowaną strategię pomiarową, obejmującą zarówno dozymetrię indywidualną jak i pomiary stacjonarne, opracowano w 1989 r. w postaci normy polskiej PN-89/Z-04008/07 *Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek. Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników*. Norma ta, a obecnie jej znowelizowana wersja z 2002 r. (PN-Z-04008-7:2002), powoływana jest we wszystkich normach dotyczących oznaczania substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy i jest stosowana jako obowiązująca w zakresie pobierania próbek powietrza przez laboratoria higieny pracy.

W 2002 r. do systemu Polskich Norm, jako drugą normę dotyczącą tego zagadnienia, wprowadzono normę europejską PN-EN 689:2002 *Powietrze na stanowiskach pracy. Wytyczne oceny narażenia inhalacyjnego na czynniki chemiczne przez porównanie z wartościami dopuszczalnymi i strategia pomiarowa*. Celem niniejszych wytycznych jest wyjaśnienie zasad prowadzenia po-

miarów czynników chemicznych w środowisku pracy na podstawie obu wymienionych norm.

Pomiary i ocena stężeń substancji chemicznych w powietrzu zakładów pracy mogą być prowadzone m.in. w celu:

- ✦ oceny ryzyka zdrowotnego
- ✦ oceny skuteczności stosowanych środków prewencji technicznej
- ✦ uzyskania danych o narażeniu w badaniach epidemiologicznych
- ✦ oceny procesu technologicznego i jego dynamiki
- ✦ walidacji lub porównania różnych metod pobierania próbek i analizy
- ✦ oceny zgodności warunków pracy z obowiązującymi przepisami.

Niniejsze wytyczne dotyczą pomiarów mających na celu porównanie wyników z odpowiednimi wartościami dopuszczalnymi w środowisku pracy, tzn. zagadnienia ujętego we wspomnianych normach PN-Z-04008-7:2002 i PN-EN 689:2002. Zadaniem wytycznych nie jest powtarzanie ani zastępowanie postanowień zawartych w normach, lecz możliwie przystępne ich wyjaśnienie i uzasadnienie. Ich zakres tematyczny w dużym stopniu wynika z zapytań, uwag i wątpliwości zgłaszanych do instytutów naukowo-badawczych przez pracowników służb inspekcji sanitarnej, inspekcji pracy, laboratoriów higieny pracy i działów BHP zakładów pracy.

2. Kryteria oceny narażenia zawodowego – wartości dopuszczalne

Zgodnie z definicją zawartą w PN-EN 689:2002 wartością odniesienia dla stężenia czynnika chemicznego w powietrzu jest wartość dopuszczalna, zwana również normatywem higienicznym.

W praktyce stosowane są dwa typy normatywów higienicznych:

- ♦ dotyczące całej zmiany roboczej i całego okresu aktywności zawodowej pracownika
- ♦ dotyczące krótszych odcinków czasu, mające na celu ochronę przed działaniem drażniącym, a także przewlekłym lub nieodwracalnym uszkodzeniem tkanek w wyniku wystąpienia w krótkim okresie wysokich stężeń substancji w warunkach, gdy stężenie średnie ważone nie przekracza wartości dopuszczalnej dla całej zmiany roboczej.

W Polsce wartości normatywów higienicznych ustanawiane są przez ministra pracy i polityki społecznej* i publikowane w Dzienniku Ustaw. W rozporządzeniu z dnia 29 listopada 2002 r. (DzU 2002, nr 217, poz. 1833) zamieszczono wykaz wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń czynników chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy obejmujący 441 pozycji. W rozporządzeniu tym zawarto i zdefiniowano trzy typy wartości dopuszczalnych:

- ♦ **Najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS)** – 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 powinna spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń.

* Obecna nazwa: minister gospodarki i pracy.

Stężenie średnie wazone dla 8-godzinnego dnia pracy określane jest wzorem

$$C_w = \frac{c_1 \cdot t_1 + c_2 \cdot t_2 + \dots + c_n \cdot t_n}{8} \quad (1)$$

w którym:

c_1, c_2, \dots, c_n – średnie stężenia substancji oznaczone w poszczególnych okresach pomiarowych (mg/m^3),

t_1, t_2, \dots, t_n – czas trwania poszczególnych okresów pomiarowych (h).

W mianowniku wzoru (1) występuje 8 godzin, a nie suma czasów trwania poszczególnych okresów pomiarowych. Nie wszystkie bowiem zmiany robocze są 8-godzinne, natomiast NDS dotyczy 8-godzinnego czasu narażenia. Przeliczenie średniego wazonego stężenia substancji na 8-godzin umożliwia zatem interpretację wyników pomiarów w sytuacjach, gdy czas trwania zmiany roboczej odbiega od okresu, którego dotyczy normatyw higieniczny. W takich sytuacjach suma czasów trwania poszczególnych okresów pomiarowych może być odpowiednio mniejsza (zmiany krótsze) lub większa (zmiany dłuższe) od 8 godzin.

- ♦ **Najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSCh)** – wartość średnia stężenia, które nie powinno spowodować 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 odstępie czasu nie krótszym niż 1 godzina.

NDSCh jest traktowane jako dodatkowy, uzupełniający normatyw higieniczny dla tych substancji chemicznych (nie wszystkim substancjom z wykazu NDS przypisano również wartości NDSCh), których działanie toksyczne ma głównie przewlekły charakter, jednakże znane jest również ich działanie ostre.

- ♦ **Najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe (NDSP)** – wartość stężenia, która ze względu na zagrożenie zdrowia lub życia pracownika nie może być w środowisku pracy przekroczona w żadnym momencie.

NDSP jest jedynym normatywem dla danej substancji i określa się je jako nieprzekraczalny pułap; dla tego normatywu nie ustala się okresu odniesienia, a interpretacje wyników pomiarów są oparte na próbkach powietrza o możliwie krótkim i w zasadzie nieprzekraczającym 15 minut czasie pobierania. Wartości NDSP ustanawiane są najczęściej dla substancji o działaniu drażniącym, blokującym mechanizm oddychania i innych substancji szczególnie niebezpiecznych.

3. Informacje niezbędne do planowania pomiarów – rozeznanie wstępne

Niezbędne do prawidłowego zaplanowania badań jest zebranie informacji o zakładzie pracy, w którym mają być przeprowadzone pomiary. Informacje te dotyczą dwóch następujących grup zagadnień:

- procesów technologicznych i używanych w nich substancji (PN EN 689:2002, pkt 5.1.2. Identyfikacja potencjalnego narażenia) – aby wytypować, jakie substancje trzeba oznaczać w środowisku pracy i jakie metody analityczne zastosować (specyficzność);
- organizacji i sposobów wykonywania pracy (PN EN 689:2002, pkt 5.1.3. Określenie warunków na stanowisku pracy) – niezbędne do ewentualnego wyboru najbardziej odpowiedniej strategii pomiarowej.

Zebranie informacji wstępnych jest równoznaczne z pierwszym etapem oceny narażenia zawodowego (ONZ) wg PN EN 689:2002, czyli rozeznaniem wstępnym (pkt 5.1.4.1). Jego prawidłowe przeprowadzenie jest niezwykle istotne, gdyż na tej podstawie można podjąć decyzję o rezygnacji z pomiarów zgodnie z pkt 5.1.4 normy.

Rozeznanie wstępne powinno umożliwić znalezienie odpowiedzi na następujące pytania:

- ♦ czy oraz gdzie i kiedy występuje potencjalne narażenie?
- ♦ czy niezbędne są pomiary ilościowe?
- ♦ jaka strategia pomiarowa będzie najbardziej odpowiednia w dalszych etapach oceny narażenia?

3.1. Identyfikacja potencjalnego narażenia

Lista substancji, na które pracownik może być narażony, powinna obejmować stosowane w produkcji surowce, zanieczyszczenia występujące w surowcach lub pochodzące z poprzednich procesów technologicznych (np. β -naftyloamina może być zanieczyszczeniem stosowanej w przemyśle gumowym fenylo- β -naftyloaminy, arsen może występować w rudach metali, itp.), materiały pomocnicze (katalizatory, rozpuszczalniki), produkty końcowe, uboczne i pośrednie, produkty odpadowe (przepracowane oleje, popioły i żużle, pozostałości reakcyjne, itp.), a w niektórych sytuacjach również produkty, których obecność w środowisku pracy nie wynika bezpośrednio z procesu technologicznego (odpryski farby, fragmenty izolacji itp.). Na tym etapie postępowania należy uzyskać również informacje dotyczące właściwości fizykochemicznych (temperatury wrzenia, prężności par, szybkości parowania, zdolności do sublimacji), formy występowania w środowisku pracy (pary, gazy czy aerozole, wielkość cząstek aerozolu, występowanie w postaci włókien) oraz właściwości toksycznych (charakter działania toksycznego, dostępne dane o działaniu toksycznym na ludzi i zwierzęta laboratoryjne, rakotwórczość, mutagenność i teratogenność) zidentyfikowanych substancji. Należy również ocenić możliwość wchłaniania poszczególnych substancji przez skórę oraz ich działania drażniącego i uszkadzającego na skórę i błony śluzowe. Na potrzeby późniejszej interpretacji wyników oceny narażenia należy przyjąć odpowiednie dla zidentyfikowanych substancji wartości normatywów higienicznych lub inne kryteria. Źródłem wymienionych wyżej informacji mogą być etykiety i opakowania stosowanych surowców, a także karty charakterystyk niebezpiecznych substancji i preparatów, dostarczane przez producentów, dostawców czy importerów. Karty charakterystyk substancji niebezpiecznych opracowywane są w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie. Ważnym źródłem informacji o substancjach i preparatach chemicznych są też bazy danych dostępne w krajowym Centrum Informacji Toksykologicznej przy Instytucie Medycyny Pracy im. prof. dr. med. Jerzego Nofera w Łodzi. Wiele danych niezbędnych do identyfikacji potencjalnego zagrożenia i zaplanowania ewentualnych pomiarów można uzyskać bezpośrednio w zakładzie pracy – od technologów i służb BHP.

Liczne problemy identyfikacyjne oraz interpretacyjne stwarza dość powszechne stosowanie mieszanin w procesach technologicznych. Spośród stosowanych sposobów klasyfikacji czy też kategoryzacji mieszanin, najbardziej praktyczne, z punktu widzenia oceny narażenia na czynniki chemiczne, wydaje się wyodrębnienie następujących ich typów:

- mieszaniny naturalne, powstające w wyniku wydobywania, ekstrakcji lub obróbki substancji występujących w przyrodzie, np.: rudy metali, oleje roślinne, suszone liście ziół, przyprawy, kopaliny. Ich skład nie zawsze jest znany i może się różnić w zależności od pochodzenia. W ogromnej większości przypadków dla mieszanin tego typu ani dla ich składników nie ustala się wartości NDS;
- mieszaniny z procesów technologicznych, powstające najczęściej w wyniku procesów wysokotemperaturowych, np.: dymy spawalnicze, dymy wulkanizacyjne, gazy spalinowe, produkty termicznej obróbki tworzyw sztucznych, itd. Ich skład jakościowy i ilościowy zależy od warunków procesowych (temperatura, ciśnienie, obecność tlenu). Oprócz składników zidentyfikowanych i o ustalonych wartościach NDS (np. aldehydy czy WWA w dymach wulkanizacyjnych) mieszaniny takie mogą zawierać również składniki niezidentyfikowane; w niektórych państwach dla mieszanin tego typu ustanawiane są odrębne normatywy higieniczne (np. w USA czy Szwecji ustanowiono wartości dopuszczalne dla dymów spawalniczych);
- mieszaniny o określonym składzie, otrzymywane przez mieszanie poszczególnych składników w określonych proporcjach w celu uzyskania pożądanych właściwości użytkowych, np.: farby i lakiery, kleje i preparaty chemii gospodarczej. Dla mieszanin tego typu nie ustanawia się wspólnych normatywów higienicznych, znane są natomiast wartości NDS ich głównych składników;
- mieszaniny ropopochodne, stanowiące frakcje składników ropy naftowej (mieszanina naturalna) wrzących w ustalonym zakresie temperatury, np.: benzyna ekstrakcyjna, benzyna lakowa, paliwa silnikowe, oleje silnikowe. Zarówno mieszaniny jak i ich składniki mogą mieć przypisane wartości NDS;
- mieszaniny złożone, występujące w powietrzu środowiska pracy w wyniku emisji pojedynczych substancji stosowanych w danym procesie.

Stosowanie lub występowanie mieszanin wiąże się z koniecznością rozstrzygnięcia, które spośród ich składników należy wytypować do badań. Decyzja zależy od posiadanych możliwości analitycznych i interpretacyjnych. Poniżej przedstawiono sposoby postępowania, poczynając od najbardziej zalecanych:

- identyfikacja i analiza ilościowa możliwie największej liczby pojedynczych składników – wymaga zastosowania chromatografu gazowego z detektorem masowym (MSD) i kolumną o odpowiedniej rozdzielczości;
- ilościowe oznaczanie sumy składników mieszaniny – przydatne do oznaczania składu mieszanin o składnikach charakteryzujących się jedną wspólną wartością NDS (pył całkowity, pył respirabilny, grawimetryczne oznaczanie par benzyny itp.);
- ocena narażenia na podstawie pomiarów stężeń wybranej substancji wskaźnikowej, najczęściej substancji, dla której ustanowiono wartość NDS, występującej w danej mieszaninie w największym stężeniu lub będącej najbardziej lotnym składnikiem mieszaniny. Przy wyborze substancji wskaźnikowej należy kierować się również toksycznością i bezwzględnie oznaczać składniki najbardziej niebezpieczne dla zdrowia (substancje rakotwórcze o niskich wartościach NDS).

Ograniczenie zakresu badań do pomiarów pojedynczej substancji lub niewielkiej liczby substancji w przypadku narażenia na mieszaniny można stosować jedynie wtedy, kiedy nie ma dostępnych metod oznaczania wszystkich składników, nie wszystkie składniki mieszaniny dają się zidentyfikować, a dla wielu składników brakuje możliwości interpretacji wyników (brak wartości NDS).

3.2. Określenie warunków na stanowisku pracy

W przeciwieństwie do identyfikacji potencjalnego narażenia, opartej głównie na opisach procesów technologicznych, dokumentach i innych źród-

dłach pisanych, określenie warunków na stanowisku pracy wymaga dokładnych oględzin ocenianych stanowisk oraz przeprowadzenia rozmów z pracownikami i przedstawicielami nadzoru technicznego. Celem określenia warunków na stanowiskach pracy jest zidentyfikowanie możliwych źródeł narażenia i ich dynamiki oraz uzyskanie innych informacji niezbędnych do ewentualnego wytypowania pracowników do badań, podjęcia decyzji, czy będą to badania oparte na losowym wyborze pracowników w ramach grupy jednorodnego narażenia (GJN), czy też na pomiarze najgorszego przypadku.

W ramach określania warunków na stanowisku pracy należy uzyskać odpowiedzi na wiele pytań dotyczących takich zagadnień, jak:

- procesy produkcyjne – rodzaj procesu (np. spawanie, szlifowanie, reakcja chemiczna, ekstrakcja, proces wysokotemperaturowy, malowanie), jego charakter (operacja ciągła, elementy procesu powtarzające się cyklicznie, przebieg cyklu, etapy związane ze zwiększonym narażeniem itp.), jakie substancje chemiczne są używane i kiedy, czy mogą być zastąpione lub wyeliminowane i jaka jest wydajność produkcji (przekraczanie planu czy praca na pół mocy produkcyjnych);
- usytuowanie stanowisk pracy – schemat przestrzenny procesu technologicznego/linii produkcyjnej, stanowiska pracy i co wpływa na ich lokalizację;
- wykonywane czynności i techniki pracy – jakie konkretnie zadania wykonują poszczególni pracownicy i jaki bezpośredni wpływ mają wykonywane czynności na narażenie, czy jest to praca ręczna, czy zautomatyzowana; indywidualne techniki i ułatwienia pracy oraz ich wpływ na potencjalne narażenie, czynniki ergonomiczne w planowaniu stanowisk pracy, itp.;
- źródła emisji (narażenia) – np. otwarty pojemnik z substancjami, proces wysokotemperaturowy, ręczne dodawanie, rozładowywanie lub transport substancji, nieszczelna instalacja, schnące powierzchnie po malowaniu lub innym procesie;
- charakter pracy – czy jest to praca zmianowa, a jeżeli tak, to czy i jak mogą się różnić warunki na poszczególnych zmianach, czy praca ma charakter sezonowy, ile stanowisk (miejsc) pracy obsługuje jeden pracownik i jak są one względem siebie usytuowane, czy i jak często zdarzają się sytuacje nietypowe i awarie;

- chronometraż pracy poszczególnych pracowników, jednorodność narażenia, możliwość wystąpienia stężeń pikowych, praca w nadgodzinach, skrócony czas pracy, itp.;
- techniczne środki prewencji – wentylacja (ogólna, miejscowa, naturalna – wymuszona), jej skuteczność, środki ochrony indywidualnej – czy są zapewnione, należyte konserwowane i sprawdzane, odpowiednio do występującego narażenia, czy pracownicy je stosują, itp.

Niezależnie od informacji uzyskanych od służb BHP, nadzoru i samych pracowników, w wielu przypadkach możliwość występowania narażenia można ocenić na podstawie wnikliwej obserwacji. O narażeniu świadczyć mogą m.in.: pył na ścianach pomieszczenia czy znajdujących się w nim maszynach i urządzeniach, ściany i podłoga pokryte lepką substancją, najprawdopodobniej pochodzącą z procesu technologicznego, wyraźny zapach substancji chemicznych, uczucie podrażnienia błon śluzowych oczu lub gardła podczas inspekcji zakładu. Na tym etapie postępowania użyteczne jest posługiwanie się szybką metodą identyfikacji potencjalnych źródeł narażenia w postaci wskaźników rurkowych czy analizatorów par i gazów o bezpośrednim odczycie. Nie może to zastąpić pomiarów na stanowiskach pracy, lecz pozwoli odpowiedzieć na pytanie, czy pomiary takie są potrzebne.

Zakończeniem rozeznania wstępnego jest wyciągnięcie jednego z następujących wniosków:

- ♦ narażenie na czynniki chemiczne jest mało prawdopodobne, proces technologiczny jest dobrze poznany, nie przewiduje się zmian w technologii – pomiary nie są potrzebne
- ♦ narażenia na czynniki chemiczne nie da się wykluczyć, niezbędne jest zastosowanie dalszych etapów procedury oceny narażenia zawodowego
- ♦ narażenie na czynniki chemiczne jest bardzo duże, należy możliwie szybko wykonać pomiary i zastosować działania zaradcze.

4. Badania podstawowe

Badania podstawowe, stanowiące kolejny etap postępowania w ocenie narażenia zawodowego, według PN 689:2002 (pkt 5.1.4.2), i mające na celu uzyskanie ilościowych, szacunkowych informacji o narażeniu, nie wiążą się z koniecznością wykonywania pomiarów. Zalecane są one wówczas, gdy:

- rozeznanie wstępne wskazuje możliwość występowania narażenia;
- wprowadzany jest nowy proces technologiczny lub dokonuje się istotnych zmian w stosowanym procesie;
- ustanowiono wartość NDS dla substancji używanej w zakładzie, której nie było w dotychczas obowiązującym wykazie NDS, w związku z czym jej stężenia nie były mierzone lub interpretowane;
- zmieniono wartość NDS i tym samym kryteria interpretacji wyników pomiarów.

W badaniach podstawowych uwzględnione są następujące źródła informacji ilościowych:

- wyniki wcześniej wykonanych pomiarów w danym zakładzie. Przy rozpatrywaniu „historycznych” wyników pomiarów należy zwrócić uwagę na to, czy stosowane w tym czasie metody analityczne były zgodne z obecnymi wymaganiami odnośnie do metod analitycznych (PN EN 482:2002) stosowanych w analizie zanieczyszczeń powietrza. Dotyczy to zwłaszcza specyficzności (dawniej powszechnie stosowano niespecyficzne metody kolorymetryczne), oznaczalności (metody dostosowane były do obowiązujących wtedy, często znacznie wyższych wartości NDS) i niepewności względnej. Należy również wziąć pod uwagę zmiany w procesach technologicznych, które zaszły w czasie, jaki upłynął od przeprowadzonych pomiarów, i wpływ tych zmian na wartości stężeń;

- wyniki pomiarów wykonanych przy podobnych instalacjach i procesach w innym zakładzie. Te wyniki należy rozpatrywać z dużą ostrożnością, albowiem nawet w wypadku identycznych procesów, w których używane są dokładnie te same substancje chemiczne, stężenia w znacznym stopniu zależą od skuteczności wentylacji, indywidualnych sposobów pracy, organizacji pracy itp.;
- wiarygodne obliczenia, wykonane na podstawie znajomości procesu technologicznego. Przykładowo, jeżeli w niewentylowanym pomieszczeniu o kubaturze 500 m³ w procesie technologicznym w ciągu zmiany roboczej używa się, jako rozpuszczalnika, ok. 10 kg acetonu, z których 9,5 kg jest używane ponownie następnego dnia, teoretycznie maksymalne średnie stężenie acetonu w powietrzu pomieszczenia mogłoby wynosić 1000 mg/m³. Tego typu obliczenia są wykonywane przy projektowaniu instalacji wentylacyjnych.

Należy zdawać sobie sprawę, że dane ilościowe uzyskane w wyniku badań podstawowych mogą być traktowane jedynie jako orientacyjne i na ogół nie są wystarczające do uprawnionego i wiarygodnego porównania stężeń z wartościami dopuszczalnymi. Na ich podstawie można natomiast podjąć decyzję o rezygnacji z pomiarów (jeżeli poziomy stężenie są o rząd wielkości niższe od wartości dopuszczalnej lub narażenie wydaje się mało prawdopodobne, a w procesie technologicznym nie są przewidywane żadne zmiany) lub o konieczności przeprowadzenia badań szczegółowych.

5. Badania szczegółowe

Zgodnie z zapisem PN EN 689:2002 (pkt 5.1.4.3) celem badań szczegółowych jest uzyskanie zwalidowanych i wiarygodnych informacji o narażeniu w celu porównania wielkości narażenia z wartością dopuszczalną. Wiele wątpliwości laboratoriów higieny pracy przy wykonywaniu oceny narażenia i niezbędnych do tego pomiarów budzi hierarchia ważności zapisów w obu dokumentach normatywnych dotyczących tego zagadnienia, tzn. PN EN 689:2002 i PN-Z-04008-7:2002. Powtarza się pytanie, zgodnie z którą z wymienionych norm powinno się właściwie wykonywać pomiary. Dodatkowym źródłem nieporozumień jest wprowadzenie obcego dotychczasowej praktyce oceny narażenia w Polsce podziału na pomiary stężenia czynnika chemicznego w powietrzu (prowadzone w ramach badań szczegółowych) w celu oceny narażenia przez porównanie z wartością dopuszczalną (rozdz. 5.2 normy PN-EN 689:2002), oraz na pomiary okresowe (rozdz. 6 normy PN-EN 689:2002) w celu długoterminowego sprawdzania skuteczności zastosowanych środków prewencji. Wyjaśnienie wymienionych kwestii jest następujące:

- norma PN EN 689:2002 zawiera wytyczne prowadzenia pomiarów i oceny narażenia zawodowego na czynniki chemiczne i podaje wskazówki oraz zalecenia przydatne do tego celu, a także przykłady stosowania zalecanych procedur w postaci załączników informacyjnych;
- podana w wymienionej normie strategia pomiarowa (rozdz. 5.2 wraz z podrozdziałami) dotyczy pierwszych pomiarów w danym zakładzie pracy, pierwszych pomiarów po bardzo długiej przerwie, a także po istotnej zmianie procesu technologicznego. Takich właśnie sytuacji dotyczą zapisy odnoszące się do pomiaru najgorszego przypadku (pkt 5.2.3.2) oraz liczby pracowników do badań (pkt 5.2.1);

- ogólne zalecenia odnoszące się do rutynowej kontroli zgodności warunków pracy z wartościami dopuszczalnymi podano w rozdz. 6 PN EN 689:2002, dotyczącym pomiarów okresowych;
- szczegółowe zasady prowadzenia wymienionych wyżej rutynowych pomiarów reguluje PN-Z-04008-7:2002. Choć zawarte w niej postanowienia są dość szczegółowe i wyczerpujące, nie sposób przewidzieć wszystkich możliwych sytuacji. Dlatego w przypadkach nieobjętych normą należy postępować zgodnie z postanowieniami PN-EN 689:2002, kierując się własnym osądem profesjonalnym. Przydatne do tego celu mogą być również niniejsze wytyczne lub załączniki informacyjne normy PN-EN 689:2002, zwłaszcza załączniki E i D.

Najbardziej wiarygodne wyniki oceny narażenia zawodowego uzyskuje się za pomocą dozymetrii indywidualnej. Pomiary stacjonarne mogą być również wykorzystane, jeżeli przeprowadzono je w sposób umożliwiający taką ocenę.

6. Dozymetria indywidualna

Dozymetria indywidualna jest optymalną metodą pobierania próbek powietrza do oceny narażenia zawodowego, ponieważ zastosowanie umieszczonego na pracowniku dozymetru aktywnego (pompka z próbnikiem) lub pasywnego gwarantuje, że próbka jest pobierana w strefie oddychania pracownika bez względu na charakter jego pracy i wykonywane czynności.

6.1. Wybór pracowników do badań

Objęcie pomiarami wszystkich pracowników nie jest ani możliwe, ani – ze względu na ogromne koszty – uzasadnione. Wybór pracowników powinien być przeprowadzony w sposób zapewniający reprezentatywność wyników pomiarów przy minimalizacji kosztów. W praktyce mogą być zastosowane, w zależności od potrzeb i zadań, dwa sposoby postępowania – pomiar najgorszego przypadku i losowy wybór pracowników z grupy jednorodnego narażenia (GJN).

6.1.1. Pomiar najgorszego przypadku

Wybór do badań narażenia jednego lub kilku najbardziej narażonych pracowników jako „najgorszego przypadku” jest niewątpliwie najtańszą metodą uzyskania informacji o najwyższych możliwych poziomach narażenia, jednak z jej stosowaniem wiąże się wiele niebezpieczeństw i pułapek.

Na wybór najgorszego przypadku silnie rzutują warunki w miejscu pracy. Jeżeli warunki te charakteryzuje duża zmienność z dnia na dzień, nierytmiczność produkcji, zależność od pory roku itp., „najgorsze przypadki” wybrane na różnych zmianach roboczych w tym samym zakładzie mogą być różne. Wybór najgorszego przypadku, jako subiektywny, wymaga od higienisty przemysłowego, który tego wyboru dokonuje i interpretuje wyniki pomiarów, ogromnego doświadczenia i umiejętności zawodowych. Wynikiem braku doświadczenia może być wytypowanie niewłaściwego pracownika na źle wybranej zmianie roboczej i w efekcie niedoszacowanie narażenia oraz związanego z nim ryzyka dla zdrowia zatrudnionych lub przeszacowanie, z czym mogą się wiązać nakłady poniesione przez pracodawcę na rozwiązanie nieistniejącego problemu. Z wymienionych względów należy się kierować następującymi zasadami:

- pomiar najgorszego przypadku może dotyczyć wyłącznie pierwszych pomiarów w danym zakładzie, a nie pomiarów rutynowych;
- wybór pracownika/pracowników powinien być dokonywany przez osoby o wysokich kwalifikacjach i doświadczeniu w ocenie narażenia zawodowego, z należytą starannością i na podstawie dobrej znajomości procesów technologicznych;
- nawet w grupie pracowników o zbliżonym narażeniu można znaleźć pracownika bardziej narażonego od pozostałych z powodu indywidualnego sposobu pracy, niestaranności lub czynników ergonomicznych (np. w przypadku źródła emisji umiejscowionego na pewnej wysokości, pracownicy o wysokim wzroście będą bardziej narażeni);
- zaleca się, w celach porównawczych, oprócz „najgorszego przypadku” wytypować do badań również pracowników mniej narażonych;
- pomiar „najgorszego przypadku” powinien bezwzględnie obejmować całą zmianę roboczą.

6.1.2. Wybór pracowników z grupy jednorodnego narażenia

Za celowością podziału na grupy jednorodnego narażenia przemawiają następujące argumenty:

- brak możliwości technicznych i ekonomicznych objęcia pomiarami wszystkich pracowników
- mniejsza zmienność stężeń w dobrze dobranych jednorodnych grupach
- możliwość skoncentrowania dostępnych środków na grupie pracowników o największym lub najistotniejszym narażeniu.

Z punktu widzenia oceny narażenia za jednorodną grupę uważa się pracowników o zbliżonym poziomie i profilu narażenia. Jednakże wielkości stężeń, na które są narażeni poszczególni pracownicy, znane są w zasadzie nie wcześniej niż po wykonaniu oznaczeń pobranych próbek powietrza i w praktyce dopiero wyniki pomiarów stanowią podstawę do weryfikacji prawidłowości dokonanego podziału. Zgodnie z PN-EN 689:2002 pkt 5.2.1 pracownicy, których narażenie jest mniejsze od $\frac{1}{2}$ lub większe od dwóch średnich arytmetycznych dla grupy, nie powinni być do tej grupy zaliczani, a prawidłowość dokonanego podziału trzeba zweryfikować.

Przy podziale pracowników na GJN należy brać pod uwagę:

- podobieństwo wykonywanych zadań i czynności, co nie zawsze pokrywa się z zatrudnieniem na tych samych stanowiskach pracy
- narażenie na te same czynniki chemiczne
- przebywanie w podobnej odległości od źródeł emisji, wyciągów i innych urządzeń wpływających na wysokość stężenia.

Ocenić powinno podlegać narażenie wszystkich podstawowych grup pracowników, zatrudnionych w kontakcie z substancjami chemicznymi. Jeżeli dostępne środki techniczne nie pozwalają na przeprowadzenie pomiarów dla wszystkich grup pracowników w tym samym czasie (na tej samej zmianie roboczej), w pierwszej kolejności należy objąć pomiarami grupę o spodziewanym najwyższym narażeniu, aby możliwie szybko podjąć działania zaradcze w razie stwierdzenia przekroczeń wartości dopuszczalnych.

Jeżeli liczebność danej GJN wynosi do 6 osób na jednej zmianie roboczej, pomiarami należy objąć wszystkich przedstawicieli grupy.

W przypadku GJN składającej się z 7 lub więcej osób do badań należy wytypować co najmniej 6 pracowników, przy czym liczba wybranych pracowników powinna być tym większa, im mniej wiadomo o środowisku pracy będącym przedmiotem pomiarów, im większa jest zmienność przewidywanych stężeń, a także im bliższe wartościom dopuszczalnym są spodziewane poziomy stężeń. Zaleca się, by liczba wytypowanych pracowników wynosiła $2\sqrt{n}$ (po zaokrągleniu w górę do najbliższej liczby całkowitej), gdzie n oznacza liczebność grupy jednorodnego narażenia. Wybór pracowników do badań należy przeprowadzić losowo, posługując się do tego celu tablicą liczb losowych zawartą w załączniku C do normy PN-Z-04008-7:2002.

Uwaga Kontrowersyjny zapis w pkt 5.2.1 normy PN-EN 689:2002 o ogólnej zasadzie nakazującej wykonanie pobierania próbek przynajmniej dla jednego zatrudnionego w dziesięcioosobowej, prawidłowo określonej „jednorodnej grupie” należy rozumieć jako obowiązek objęcia pomiarami przynajmniej jednego przedstawiciela każdej grupy pracowników w pierwszych, lub pierwszych po długiej przerwie pomiarach czynników chemicznych, a także po istotnej zmianie procesu technologicznego w danym zakładzie w celu identyfikacji zagrożeń i najbardziej narażonych grup zawodowych. Natomiast zalecenia dotyczące liczby pracowników wybranych z GJN w rutynowych pomiarach narażenia zawarte są w załączniku D normy; zalecenia te (co najmniej 6 pracowników) są zgodne z postanowieniami PN-Z-04008-7:2002 i niniejszymi wytycznymi.

6.2. Czas pobierania próbek

Zaleca się, by łączny czas pobierania próbek powietrza za pomocą dozymetrii indywidualnej był zgodny z okresem odniesienia dla wartości dopuszczalnej, czyli wynosił 8 godzin, jeżeli wyniki pomiarów porównywane są z wartością NDS. Objęcie pomiarami całego okresu zmiany roboczej nie zawsze jest technicznie możliwe. Należy zdawać sobie sprawę, że czas nieobjęty pomiarami znacznie osłabia wiarygodność pomiarów i możliwości interpretacyjne. Dlatego łączny czas pobierania próbek nie może być krótszy niż 75% czasu trwania zmiany roboczej (6 godzin dla zmiany 8-godzinnej; 4,5 godziny dla zmiany 6-godzinnej, itp.). Ten krótszy czas pobierania próbek jest dopuszczalny, pod warunkiem że jest on repre-

zentywny dla całej zmiany roboczej (na podstawie dobrej znajomości procesu technologicznego wykluczono występowanie szczególnie wysokich stężeń i innych nietypowych zdarzeń w czasie nieobjętym pomiarami).

Za pomocą pompki indywidualnej z próbnikiem umieszczonym w strefie oddychania pracownika należy pobrać kolejno, w zależności od spodziewanej wysokości stężeń, do 5 próbek powietrza obejmujących łącznie co najmniej 75% czasu trwania zmiany roboczej, przy czym większemu stężeniu powinna odpowiadać większa liczba próbek (aby uniknąć przebiccia sorbentu lub przeładowania filtra).

Czas pobierania 1 próbki powietrza uzależniony jest również od wymagań metody analizy oznaczanej substancji.

Do pobierania próbek powietrza można zastosować również dozymetry pasywne, umieszczając w strefie oddychania pracownika 1 lub – jeżeli zachodzi taka potrzeba – więcej dozymetrów pasywnych na co najmniej 75% czasu trwania zmiany roboczej.

Jeżeli dla oznaczanej substancji ustanowiono wartość NDSch, należy również ocenić zgodność warunków pracy z tym normatywem, co omówiono w rozdz. 8 niniejszych wytycznych.

6.3. Obliczanie wskaźników narażenia

W przypadku próbek powietrza pobranych z zastosowaniem dozymetrii indywidualnej wskaźnikiem narażenia jest stężenie średnie ważone dla zmiany roboczej (C_w), obliczone z uwzględnieniem czasu pobierania poszczególnych próbek z następującego wzoru

$$C_w = \frac{C_1 \cdot t_1 + C_2 \cdot t_2 + \dots + C_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad (2)$$

w którym:

C_1, C_2, \dots, C_n – stężenia otrzymane w wyniku oznaczania poszczególnych próbek (mg/m^3)

t_1, t_2, \dots, t_n – czas pobierania poszczególnych próbek (h).

Wzór ten różni się od wzoru (1), gdyż strategia pomiarowa dopuszcza objęcie pomiarami 75% czasu zmiany roboczej (6 z 8 godzin), brakuje natomiast informacji, jakie było stężenie w okresie nieobjętym pomiarami z przyczyn organizacyjnych i czy stężenie to mogło w istotny sposób odbiegać od stwierdzonych wartości. Ta sytuacja zasadniczo różni się od przypadku, w którym narażenie trwa dłużej lub krócej niż 8 godzin, dlatego wzór (1) nie może być tu stosowany. Wyniki oznaczeń dotyczą bowiem poszczególnych próbek, a nie okresów pomiarowych.

Jeżeli do oceny narażenia zawodowego pobrano 1 próbkę powietrza, obejmującą co najmniej 75% czasu trwania zmiany roboczej, zgodnie ze wzorem (2) wynik oznaczenia tej próbki odpowiada stężeniu średniemu ważonemu ($C_1 = C_w$).

Jeżeli w niektórych próbkach, pobranych z zastosowaniem dozymetrii indywidualnej w strefie oddychania pracownika przebywającego w ciągu całej zmiany roboczej w jednym pomieszczeniu, stwierdza się stężenia niższe od oznaczalności zastosowanej metody analitycznej, w obliczeniach stężenia średniego ważonego uwzględnia się liczbę odpowiadającą ½ oznaczalności metody.

Jeżeli we wszystkich próbkach pobranych z zastosowaniem dozymetrii indywidualnej w strefie oddychania danego pracownika stwierdza się stężenia niższe od oznaczalności metody, nie ma potrzeby obliczania stężenia średniego ważonego i przyjmuje się, że stężenie substancji w czasie zmiany roboczej jest niższe od oznaczalności metody.

Jeżeli czynność związana z narażeniem na czynnik chemiczny trwa np. 2 godziny i okres ten jest objęty pomiarem stężenia, po czym pracownik nie jest narażony na dany czynnik (przebywa w innym pomieszczeniu lub w innym miejscu), to $C_2 = 0$ i tę wartość stężenia należy wstawić do wzoru (2) przy obliczaniu C_w .

Uwaga Ze względu na dość powszechne mylenie i zamienne stosowanie pojęć „granica wykrywalności”, „granica oznaczania ilościowego”, „oznaczalność metody”, trzeba zaznaczyć, że w niniejszych wytycznych pod pojęciem „oznaczalność metody”, podobnie jak w PN-Z-04008-7:2002 i innych normach metodycznych, rozumiana jest dolna granica zakresu pomiarowego metody.

7. Pomiarym stacjonarne

Pomiary stacjonarne są wyborem z konieczności – laboratorium, które je wykonuje, nie jest wyposażone w pompiki indywidualne ani w dozymetry pasywne. Pomiary takie mogą być stosowane do oceny narażenia zawodowego, jeżeli prowadzone są w sposób zapewniający reprezentatywność pobranych próbek dla rzeczywistego przebiegu narażenia. W celu uzyskania reprezentatywności, należy spełnić następujące warunki:

- liczba i sposób pobierania próbek powietrza powinny być uzależnione od rodzaju stanowiska pracy i charakteru procesu technologicznego
- próbki wrywkowe powinny być pobierane w sposób losowy
- losowymi pomiarami powinno być objęte co najmniej 75% czasu trwania danego okresu pomiarowego.

Jeśli powyższe warunki są spełnione, stężenie średnie z pomiarów przeprowadzonych w każdym z okresów pomiarowych jest zawarte w przedziale wokół średniej geometrycznej, którego granice zależą są od geometrycznego standardowego odchylenia wyników pomiarów, liczby pobranych próbek i przyjętego poziomu ufności, który dla oceny narażenia zawodowego wynosi 0,95 (95%). Sposób przeprowadzenia pomiarów stacjonarnych w celu oceny zgodności warunków pracy z NDS oraz obliczania wskaźników narażenia dokładnie opisano w rozdz. 5.1 normy PN-Z-04008-7:2002. Dalej zostały przedstawione podstawowe zapisy tego rozdziału.

7.1. Wybór miejsca pobierania próbek

Punkty pomiarowe powinny być zlokalizowane możliwie blisko stanowisk (miejsc wykonywania) pracy, przy czym próbnik powinien być umieszczony na wysokości dróg oddechowych. Próbkę powietrza należy pobierać przy każdym ze stanowisk (miejsc wykonywania) pracy w okresie przebywania na nim pracownika. Jeżeli pracownik (lub grupa pracowników) obsługuje w czasie zmiany roboczej więcej niż 3 stanowiska lub jego miejscem pracy jest całe pomieszczenie, punkty pomiarowe należy wybrać w sposób losowy, przy czym ich liczba zależy od liczby zatrudnionych oraz wielkości pomieszczenia. Zaleca się ustanowienie 1 punktu pomiarowego na każdym z 4 pracowników, jednak nie więcej niż 6 punktów pomiarowych w pomieszczeniu. Liczba ta odpowiada liczbie pracowników wytypowanych losowo do badań z GJN w dozymetrii indywidualnej. Wyniki pomiarów przeprowadzonych w tak wybranych punktach uważa się za równocenne i dotyczące wszystkich pracowników wykonujących czynności zawodowe w tym pomieszczeniu.

7.2. Liczba próbek i ich rozłożenie w czasie

Liczba próbek, jakie należy pobrać, zależy od spodziewanej zmienności stężeń oznaczanych substancji w powietrzu. Planując ich rozłożenie w czasie, powinno się mieć na uwadze fakt, że próbki te są reprezentatywne jedynie dla tego odcinka czasu, w którym zostały w sposób losowy pobrane.

Czas pobierania jednej próbki powietrza wynika z wymagań metody analitycznej zastosowanej do oznaczania danej substancji; nie może być krótszy niż 5 minut (PN-Z-04008-7:2002, pkt 3.4). Łączny czas pobierania wszystkich próbek w danym okresie pomiarowym nie powinien być krótszy niż 1 godzina (PN-Z-04008-7:2002, pkt 5.1.2). W praktyce, czas pobierania 1 próbki w pomiarach stacjonarnych w zasadzie nie przekracza 30 minut (choć zdarzają się również dłuższe jednostkowe okresy pobierania).

Zasady dotyczące ustalania minimalnej liczby próbek w najczęściej spotykanych sytuacjach przemysłowych są następujące:

- a) pracownik obsługuje stale jedno stanowisko (miejsce wykonywania) pracy przy jednorodnym procesie technologicznym (niewielka zmienność stężeń lub brak wyodrębnionych etapów różniących się poziomami stężeń substancji chemicznych); w czasie zmiany roboczej lub w okresie równym co najmniej 75% czasu jej trwania należy pobrać w sposób losowy co najmniej 5 próbek powietrza, a w przypadku zanieczyszczeń pyłowych co najmniej 4;
- b) pracownik obsługuje stale jedno stanowisko (miejsce wykonywania) pracy przy procesie technologicznym składającym się z kilku etapów (lub 2-3 stanowiska w czasie zmiany roboczej); zmianę roboczą należy podzielić na 2-3 co najmniej 2-godzinne okresy pomiarowe charakteryzujące się względnie stałym stężeniem oznaczanych substancji (lub przebywaniem pracownika na danym stanowisku). W ciągu każdego okresu pomiarowego (lub co najmniej 75% czasu jego trwania) należy pobrać losowo co najmniej 4 próbki powietrza;
Podział zmiany roboczej na co najmniej 2-godzinne okresy pomiarowe wynika z trudności związanych z losowym pobraniem 4 próbek powietrza w czasie krótszym niż 2 godziny. Jeżeli czas pobierania 1 próbki wynosi 30 minut, próbki powietrza należy pobierać w sposób ciągły; pobieranie losowe w takich sytuacjach, z oczywistych względów, nie jest ani wskazane, ani możliwe.
Okres pomiarowy nie musi być ciągły – jeżeli pewna krótkotrwała czynność związana z emisją substancji chemicznych (lub wymagająca przejścia pracownika do innego miejsca wykonywania pracy) powtarza się kilkakrotnie w pewnych odstępach czasu w trakcie zmiany roboczej, można ją potraktować łącznie jako jeden okres pomiarowy. Sytuacje tego typu są dość powszechne w przemyśle chemicznym i farmaceutycznym.
- c) pracownik (lub grupa pracowników) obsługuje więcej niż 3 stanowiska lub miejscem pracy jest całe pomieszczenie; w każdym z punktów pomiarowych, wybranych zgodnie z wcześniej podanymi regułami, należy pobrać w sposób losowy co najmniej 5 próbek powietrza w ciągu co najmniej 75% czasu trwania zmiany roboczej. Próbki pobrane

w różnych punktach pomiarowych należy traktować w ocenie narażenia zawodowego jako równorzędne.

Uwaga W związku z niejednoznacznością w języku polskim terminu „stanowisko pracy”, trzeba podkreślić, że zarówno w PN-Z-04008-7:2002 jak i w niniejszych wytycznych pod pojęciem „stanowiska pracy” rozumie się, zgodnie z definicjami zawartymi w rozporządzeniu ministra pracy i polityki społecznej z 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów BHP (jednolity tekst: DzU 2003, nr 169, poz. 1650) oraz w normach europejskich PN-EN 689:2002 i EN 1540:1998, miejsce wykonywania pracy, a nie funkcje wypełniane przez pracownika (przestrzeń pracy, wraz z wyposażeniem w środki i przedmioty pracy, w której pracownik lub zespół pracowników wykonuje pracę). Zgodnie z tym logiczne jest, że dla osoby zatrudnionej na stanowisku dyrektora stanowiskiem pracy jest gabinet dyrektora, a dla osoby zatrudnionej na stanowisku spawacza stanowiskiem (stanowiskami) pracy jest miejsce (miejsca), w którym wykonuje spawanie.

7.3. Obliczanie wskaźników narażenia

Posługując się otrzymanymi wynikami oznaczeń, należy obliczyć:

- wartości logarytmów stężeń substancji w poszczególnych pobranych próbkach ($\lg X_i$)
- średnią arytmetyczną logarytmów ($\lg \bar{X}_g$), która odpowiada logarytmowi średniej geometrycznej, ze wzoru

$$\lg \bar{X}_g = \frac{\sum_{i=1}^n \lg X_i}{n} \quad (3)$$

w którym:

n – liczba próbek pobranych w danym okresie pomiarowym/zmianie roboczej.

Wielkość ta, po odlogarytmowaniu jest średnią geometryczną wyników oznaczeń, \bar{X}_g , w danym okresie pomiarowym/zmianie roboczej.

W przypadku stwierdzenia w próbce stężenia niższego od oznaczalności metody, oblicza się logarytm z liczby stanowiącej $\frac{1}{2}$ wartości oznaczalności metody.

- logarytm geometrycznego standardowego odchylenia ($\lg S_g$) z następującego wzoru

$$\lg S_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\lg \bar{X}_g - \lg X_i)^2}{n-1}} \quad (4)$$

Logarytmy, odpowiednio dolnej (DG) i górnej (GG) granicy przedziału ufności dla średniej wyników pomiarów, oblicza się ze wzorów

$$\lg DG = \lg \bar{X}_g - t \cdot \frac{\lg S_g}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

$$\lg GG = \lg \bar{X}_g + t \cdot \frac{\lg S_g}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

w których:

t – wartość parametru Studenta-Fishera dla prawdopodobieństwa 0,95 i liczby stopni swobody $n - 1$ (PN-Z-04008-7:2002, zał. B).

Wielkości te, po odlogarytmowaniu stanowią odpowiednio dolną i górną granicę przedziału ufności, w którym z prawdopodobieństwem 95% znajduje się średnie stężenie substancji w danym okresie pomiarowym. Jeżeli okres pomiarowy pokrywa się ze zmianą roboczą, obliczone wartości \bar{X}_g , DG i GG mogą być wykorzystane bezpośrednio do oceny narażenia zawodowego. Jeśli jest kilka okresów pomiarowych w czasie jednej zmiany roboczej, wartości średniej geometrycznej i granic przedziału ufności oblicza się jako średnie ważone odpowiednich wielkości z poszczególnych okresów zgodnie ze wzorem (1), podstawiając w nim jako stężenia odpowiednio DG_i , GG_i lub \bar{X}_{gi} w poszczególnych okresach pomiarowych. Dla 8-godzinnej zmiany roboczej suma czasów trwania poszczególnych okresów pomiarowych powinna wynosić 8 godzin.

Jeżeli którykolwiek z okresów pomiarowych lub 75% czasu jego trwania są objęte pomiarami ciągłymi (np. 4 próbki 30-minutowe w ciągu 2-godzinnego okresu pomiarowego), należy obliczyć średnie stężenia substan-

cji w danym okresie (średnia arytmetyczna, jeżeli czas pobierania wszystkich próbek był jednakowy, lub średnia ważona z uwzględnieniem czasu pobierania poszczególnych próbek, jeżeli nie był on jednakowy). Taką średnią dla danego okresu pomiarowego trzeba podstawiać do wzoru (1) przy obliczaniu średnich ważonych średniej geometrycznej \bar{X}_{gw} oraz granic przedziału ufności DG_w i GG_w (w pomiarach ciągłych, obejmujących cały okres pomiarowy, średnia jest de facto jednocześnie także dolną i górną granicą przedziału ufności dla tego okresu).

Jeżeli wyniki oznaczeń wszystkich próbek pobranych w czasie jednego z okresów pomiarowych są poniżej oznaczalności metody, do obliczania odpowiednich średnich ważonych według wzoru (1), ze względów praktycznych, przyjmuje się, że zarówno \bar{X}_g , DG jak i GG dla tego okresu pomiarowego wynoszą zero.

Jeżeli wyniki oznaczeń wszystkich próbek pobranych w czasie całej zmiany roboczej są niższe od oznaczalności metody, przyjmuje się, że średnie stężenie substancji w czasie zmiany roboczej jest niższe od oznaczalności metody.

8. Pomiary w celu oceny zgodności warunków pracy z NDSCh

Krótkotrwałe ograniczenia dopuszczalnego poziomu narażenia są wprowadzane w celu zapobiegania wystąpieniu ostrych skutków działania substancji w krótkim czasie w warunkach, gdy stężenie średnie ważone nie przekracza wartości NDS. Mają one zabezpieczać pracowników głównie przed działaniem drażniącym, przewlekłym lub nieodwracalnym uszkodzeniem tkanek, a także przed takim działaniem narkotycznym, które mogłoby zwiększać prawdopodobieństwo występowania wypadków przy pracy lub powodować obniżenie wydajności pracy. W związku ze zmianą definicji NDSCh na zgodną z przepisami Unii Europejskiej opracowano arkusz zmian do PN-Z-04008-7:2002, dostosowujący zasady pobierania próbek powietrza do nowej (podanej w rozdz. 2) definicji NDSCh ze zmienionym okresem odniesienia. Zarówno w pomiarach stacjonarnych jak i w dozymetrii indywidualnej sposób postępowania uzależniony jest od jednorodności procesu technologicznego.

8.1. Pomiary stacjonarne

W ocenie zgodności warunków pracy z NDSCh należy stosować następujące zasady:

- zaklasyfikować stanowiska pracy zgodnie z kategoriami wymienionymi w punkcie 5.1.2 normy PN-Z-04008-7:2002 (pracownik obsługuje jedno stanowisko – miejsce wykonywania pracy przy jednorodnym procesie technologicznym; pracownik obsługuje jedno stanowisko – miejsce wykonywania pracy przy procesie technologicznym składającym się z kilku etapów o zróżnicowanej emisji sub-

stancji; pracownik obsługuje 2 lub 3 stanowiska – miejsca wykonywania pracy; pracownik lub grupa pracowników obsługuje więcej niż 3 stanowiska – miejsca wykonywania pracy);

- w pierwszym przypadku nie trzeba wykonywać pomiarów stężenia chwilowego, nie ma bowiem żadnych podstaw do wytypowania okresu występowania szczególnie wysokich stężeń, jeżeli proces technologiczny jest jednorodny;
- w trzech pozostałych przypadkach w przewidywanych okresach występowania szczególnie wysokich stężeń pobrać co najmniej dwie 15-minutowe próbki powietrza. Próbki te powinny być pobrane niezależnie od próbek pobieranych losowo do oceny zgodności warunków pracy z NDS;
- do oceny stężenia chwilowego należy wybrać dwie próbki, w których stężenie oznaczanego związku było najwyższe. Mogą to być również próbki pobrane losowo, jeżeli uzasadnia to wielkość stężenia. Może się bowiem okazać, że w przewidywanym okresie występowania szczególnie wysokich stężeń, nie były one wyższe niż w próbkach pobranych losowo.

W żadnej z 15-minutowych próbek stężenie nie powinno być wyższe od NDSCh, a jeżeli jest ono równe NDSCh, to takie stężenie nie powinno utrzymywać się dłużej niż 15 minut. Stężenie równe NDSCh może występować w co najwyżej 2 próbkach powietrza, przy czym odstęp czasu między tymi próbkami nie powinien być krótszy od 60 minut.

8.2. Dozymetria indywidualna

Zalecany sposób postępowania jest następujący:

- podjąć decyzję, czy mamy do czynienia z jednorodnym procesem technologicznym o niewielkiej zmienności stężeń. W przypadku jednorodnego procesu technologicznego nie ma potrzeby wykonywania dodatkowych pomiarów do oceny stężenia chwilowego;

- jeżeli do oceny stężenia chwilowego niezbędne jest wykonanie pomiarów (duża zmienność stężeń), pobrać za pomocą drugiej pompki indywidualnej (lub dodatkowych dozymetrów pasywnych) co najmniej 2 próbki 15-minutowe w spodziewanych okresach występowania szczególnie wysokich stężeń;
- można również, choć jest to znacznie mniej wygodne, w ramach pobierania próbek do oceny stężenia średniego zaplanować pobranie co najmniej 2 próbek 15-minutowych w spodziewanych okresach występowania szczególnie wysokich stężeń. Wyniki oznaczeń tych próbek powinny być wykorzystane do oceny zgodności warunków pracy zarówno z NDSCh jak i NDS (obliczanie stężenia średniego ważonego);
- interpretacja wyników oznaczeń tak pobranych próbek powietrza jest identyczna z przyjętą dla pomiarów stacjonarnych.

Należy podkreślić, że NDSCh jest traktowane jedynie jako dodatkowy normatyw higieniczny, uzupełniający w stosunku do NDS, jednakże obligatoryjny dla substancji, dla których go ustanowiono, w związku z czym badanie zgodności warunków pracy tylko z NDSCh, bez pomiarów średniego ważonego stężenia, jest niedopuszczalne.

9. Interpretacja wyników pomiarów

Ustanowione przez ministra pracy i polityki społecznej wartości normatywów higienicznych są prawnie wiążące, a zatem narażenie na czynniki chemiczne każdego pojedynczego pracownika nie powinno przekraczać określonych wartości dopuszczalnych. Wszystkie wymagania wynikające z normatywów higienicznych NDS oraz NDSC_h (jeżeli taką wartość dla danej substancji ustalono) powinny być spełnione równocześnie. Przekroczenie któregokolwiek z nich powoduje, że warunki nie mogą być uznane za bezpieczne. Oceniając narażenie zawodowe na kilka współwystępujących substancji chemicznych, należy również rozważyć i w miarę potrzeby uwzględnić ich działanie łączne.

Ocenę zgodności warunków pracy z NDSP omówiono w odrębnym rozdziale ze względu na zupełnie inny charakter i odmienne zasady interpretacji normatywów higienicznych tego typu.

Do porównania z wartościami dopuszczalnymi służą wskaźniki narażenia obliczone na podstawie wyników pomiarów stężeń substancji chemicznych w powietrzu. Należy zaznaczyć, że niepewność wyniku pomiaru oraz niepewność procedury pomiarowej (wymagania dotyczące metod i procedur pomiarowych omówiono w rozdz. 13 niniejszych wytycznych) są niewielkie w porównaniu z błędem, którego źródłem może być zmienność stężeń i niereprezentatywność pomiarów. Z tego względu w normach PN-EN 689:2002, PN-Z-04008-7:2002 oraz w regulacjach wewnętrznych obowiązujących w państwach Unii Europejskiej do interpretacji w ocenie narażenia stosowane są wyniki pomiarów bądź obliczone na ich podstawie wskaźniki narażenia, bez uwzględniania niepewności pomiarów.

9.1. Ocena zgodności warunków pracy z NDS

Podczas przeprowadzenia pomiarów z zastosowaniem dozymetrii indywidualnej wskaźnikiem narażenia jest średnie stężenie ważone (C_w), a w pomiarach stacjonarnych: górna i dolna granica przedziału ufności dla średniej rzeczywistej (GG i DG) lub górna i dolna granica przedziału ufności dla średniego stężenia ważonego (GG_w i DG_w).

Warunki pracy uznaje się za bezpieczne, jeżeli obliczone wartości wskaźników narażenia C_w , GG lub GG_w nie przekraczają wartości NDS.

Warunki pracy uznaje się za szkodliwe, jeżeli obliczone wartości wskaźników narażenia C_w , DG lub DG_w są większe od wartości NDS.

Warunki pracy uznaje się za dopuszczalne, jeżeli wartość NDS znajduje się w przedziale ufności dla średniej, określonym DG i GG . Uzyskane dane nie są wystarczające do jednoznacznego potwierdzenia lub wykluczenia z określonym prawdopodobieństwem zgodności warunków pracy z wartościami NDS. Do podjęcia ostatecznej decyzji niezbędne jest przeprowadzanie w ciągu 30 dni dodatkowych pomiarów na dwóch dowolnie wybranych zmianach roboczych, z pobraniem co najmniej 5 próbek powietrza na każdej z nich. Wyniki tych pomiarów rozpatruje się łącznie z poprzednimi wynikami. Jeżeli stężenia w ponad 50% próbek są większe od wartości NDS, warunki pracy należy uznać za szkodliwe, natomiast jeżeli wyniki oznaczeń ponad 50% próbek są mniejsze od wartości NDS, warunki pracy można uznać za bezpieczne.

9.2. Ocena zgodności warunków pracy z NDSCh

Warunki pracy mogą być uznane za bezpieczne, jeżeli stężenie w żadnej z pobranych 15-minutowych próbek powietrza nie przekracza wartości NDSCh dla danej substancji. Dotyczy to zarówno próbek pobranych tendencyjnie w okresach największej emisji substancji, jak i pobranych losowo.

Warunki pracy należy uznać za szkodliwe, jeżeli:

- stężenie w jakiegokolwiek 15-minutowej próbie jest większe od NDSCh
- stężenie równe NDSCh utrzymuje się w środowisku pracy dłużej niż 15 minut lub występuje częściej niż dwukrotnie
- odstęp między dwoma 15-minutowymi okresami, w których stężenie substancji jest równe NDSCh, jest krótszy niż 1 godzina.

9.3. Ocena działania łącznego

Jeżeli pracownicy narażeni są w ciągu tej samej zmiany roboczej kolejno lub jednocześnie na kilka substancji o podobnym charakterze działania toksycznego, współczynnik łącznego narażenia, obliczony jako suma ilorazów stężeń poszczególnych substancji i odpowiadających im wartości NDS, nie powinien przekraczać jedności, zgodnie ze wzorem

$$\frac{\bar{X}_{g1}}{NDS_1} + \frac{\bar{X}_{g2}}{NDS_2} + \dots + \frac{\bar{X}_{gn}}{NDS_n} \leq 1 \quad (7)$$

w którym:

$\bar{X}_{g1}, \bar{X}_{g2}, \dots, \bar{X}_{gn}$ – średnie geometryczne stężenia poszczególnych substancji lub średnie ważone średnich geometrycznych w przypadku zmiany roboczej podzielonej na okresy pomiarowe,

$NDS_1, NDS_2, \dots, NDS_n$ – odpowiednie wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń poszczególnych substancji.

Jeśli próbki powietrza zostały pobrane za pomocą dozymetrii indywidualnej, średnie geometryczne we wzorze (7) zastępuje się stężeniami średnimi ważonymi, C_w . Zasady obliczania współczynnika łącznego narażenia nie stosuje się do substancji o działaniu antagonistycznym, synergistycznym, niezależnym, a także substancji rakotwórczych i prawdopodobnie rakotwórczych.

Ocena, czy współwystępujące w środowisku pracy substancje charakteryzują się działaniem łącznym, jest problemem złożonym, trudnym do jedno-

znacznego rozstrzygnięcia głównie ze względu na skąpość danych pozwalających zaklasyfikować ich działanie toksyczne jako niezależne, synergistyczne, antagonistyczne czy podobne (addytywne).

W poprzednich latach dość powszechnie stosowane było tzw. konserwatywne podejście, zakładające we wszystkich wątpliwych przypadkach działanie addytywne (błąd na korzyść pracownika). Obecnie w higienie pracy zaleca się stosowanie zasady addytywności działania toksycznego z dużą ostrożnością. Powody wskazujące na konieczność ostrożności i wnikliwej analizy dostępnych danych o toksyczności są następujące:

- dane o addytywności pochodzą najczęściej z badań toksyczności ostrej na zwierzętach, w których to doświadczeniach stosowano bardzo wysokie, śmiertelne dawki, podczas gdy wartości dopuszczalne ustalane są na poziomie niepowodującym skutków zdrowotnych;
- addytywność toksyczności ostrej niekoniecznie oznacza, że toksyczność przewlekła lub odległe skutki narażenia mają charakter addytywny;
- w wielu przypadkach addytywność lub synergizm działania toksycznego zależą od wielkości stężeń współwystępujących substancji;
- wartości NDS mogą ulegać zmianie w zależności od postępu wiedzy i percepcji akceptowalnego ryzyka;
- nawet w przypadku substancji o podobnym działaniu toksycznym, wartości dopuszczalne mogą być ustalane na podstawie różnych efektów krytycznych (np. dla niektórych związków organicznych z tego samego szeregu homologicznego wartości NDS mogą być ustalane na podstawie działania uszkodzającego wątrobę, dla innych na podstawie działania drażniącego).

Z wymienionych względów nie jest możliwe opracowanie wykazu substancji, których stężenia należy sumować w celu określenia działania łącznego, ani możliwych kombinacji takich substancji. Problem ten nie jest jednoznacznie rozstrzygnięty w żadnym z państw, w których ustanawiane są wartości dopuszczalne stężeń substancji chemicznych w środowisku pracy. Wyjątkiem są Niemcy, gdzie obowiązuje zasada nieuwzględniania działania łącznego współwystępujących substancji w żadnym przypadku.

Zaleca się obliczanie współczynników łącznego narażenia, jeżeli w środowisku pracy występują mieszaniny par rozpuszczalników (z wyłączeniem benzenu i innych związków rakotwórczych lub prawdopodobnie rakotwórczych). W wątpliwych przypadkach wskazane jest posługiwanie się informacjami o charakterze działania toksycznego zawartymi w wydawnictwie Międzyresortowej Komisji ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy pt. *Czynniki szkodliwe w środowisku pracy – wartości dopuszczalne*, lub pochodzącymi z innych źródeł.

10. Ocena narażenia na zmianach roboczych różnych od 8-godzinnych i w innych nietypowych sytuacjach przemysłowych

Najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) jest zdefiniowane jako średnie ważone stężenie niepowodujące zmian w stanie zdrowia pracowników przy powtarzanym narażeniu przez 8 godzin dziennie, dzień po dniu. W praktyce mogą występować przypadki narażenia trwającego krócej lub dłużej niż 8 godzin, a także liczne sytuacje nietypowych cykli pracy i schematów narażenia.

Zmiany robocze krótsze od 8-godzinnych (zwykle 6-godzinne) stosowane były w przemyśle chemicznym, w celu zmniejszenia wielkości dawki wchłoniętej w ciągu dnia pracy, przy pracach ze szczególnie niebezpiecznymi substancjami lub w przypadku braku technicznych możliwości zmniejszania zbyt wysokich stężeń. W takich sytuacjach należy obliczać stężenie średnie ważone według wzoru (1), przyjmując, że w brakującym do 8 godzin czasie stężenie substancji jest równe zero.

Bardziej złożona jest sprawa narażenia trwającego dłużej niż 8 godzin dziennie. W najprostszej sytuacji regularnie i codziennie powtarzających się zmian roboczych, np. 10- czy 12-godzinnych, niezbędne jest objęcie pomiarami (stacjonarne lub dozymetria indywidualna, w zależności od możliwości) co najmniej 75% rzeczywistego czasu trwania zmiany roboczej i obliczenie stężenia średniego ważonego, według wzoru (1), z uwzględnieniem rzeczywistego czasu narażenia w liczniku i 8 godzin (okres odniesienia dla NDS) w mianowniku. W przypadku pomiarów stacjonarnych trzeba obliczyć odpowiednie wskaźniki narażenia (DG i GG lub DG_w i GG_w), stosując analogiczny tok rozumowania. Obliczone w ten sposób wskaźniki narażenia należy porównać z wartościami NDS.

Często jednak możemy mieć do czynienia z bardziej skomplikowanymi układami nietypowych zmian roboczych, np. 12 godzin pracy i 24 godziny

odpoczynku (obsługa kotłowni centralnego ogrzewania), 10-godzinne zmiany 4 razy w tygodniu (praca na platformach wiertniczych czy w niektórych kopalniach), czy popularny kiedyś system czterozmianowy (zmiany 6-godzinne w różnych sekwencjach czasowych). W takich sytuacjach zaleca się obliczanie stężenia średniego ważonego dla tygodnia pracy (C_{wt}), według wzoru

$$C_{wt} = C_w \cdot \frac{t}{40} \quad (8)$$

w którym:

C_w – stężenie średnie ważne, obliczone według wzoru (2),

t – rzeczywisty czas pracy w ciągu tygodnia (h),

lub dla miesiąca pracy (C_{wm}), według wzoru

$$C_{wm} = C_w \cdot \frac{t}{170} \quad (9)$$

w którym:

t – rzeczywisty czas pracy w ciągu miesiąca (h).

Powyższy sposób postępowania opiera się na założeniach, że przeciętny tydzień pracy obejmuje 40 godzin, a przeciętny miesiąc pracy 170 godzin. Sposób ten można stosować wyłącznie dla dobrze znanych, powtarzalnych warunków pracy.

Jeżeli jakaś czynność związana z narażeniem na substancję chemiczną jest wykonywana w niewielkim wymiarze czasu, np. 2 godziny w tygodniu, można obliczyć stężenie średnie ważne tygodniowe ze wzoru (8), uwzględniając czas narażenia $t = 2$ h (przy założeniu, że przez pozostałe 38 godzin tygodnia pracy stężenie jest równe zero). W taki sam sposób należy również ocenić, czy warunki pracy są zgodne z NDSCh.

Oceniając narażenie zawodowego w sytuacjach nietypowych, należy jednak pamiętać, że niezależnie od obliczonego stężenia średniego dla tygodnia czy miesiąca, zgodnie z definicją, wartość NDS nie powinna być przekroczona w ciągu żadnej pojedynczej zmiany roboczej.

1 1 . Pomiary w celu oceny zgodności warunków pracy z NDSP

Najwyższe dopuszczalne stężenia pułapowe (NDSP) dotyczą substancji o ostrym działaniu drażniącym, szybko działających lub o nieprzyjemnym zapachu. Są one najczęściej jedynymi wartościami dopuszczalnymi dla tego typu substancji chemicznych, albowiem podstawą ustalenia normatywu higienicznego jest działanie drażniące lub żrące na błony śluzowe. Substancje te nie kumulują się w organizmie i przy tych poziomach stężeń nie wykazują działania układowego. NDSP w zasadniczy sposób różni się od NDS czy NDSCh, gdyż rozumiane jest nie jako stężenie średnie, lecz jako stężenie nieprzekraczalne w żadnym momencie. Z tego względu ocena zgodności warunków pracy z NDSP wymaga zastosowania zupełnie innej strategii pomiarowej. Najlepszym rozwiązaniem są ciągłe pomiary stężenia substancji na stanowiskach pracy. Pomiary takie można prowadzić w punktach stacjonarnych, zlokalizowanych w miejscach przebywania pracowników, jak również za pomocą analizatorów osobistych, umieszczanych bezpośrednio na odzieży roboczej pracowników. W handlu dostępnych jest wiele urządzeń pomiarowych, w których wykorzystano różne techniki instrumentalne, zarówno do stacjonarnego jak i indywidualnego ciągłego monitorowania stężeń substancji chemicznych w powietrzu. Najbardziej rozpowszechnione są analizatory wyposażone w elektrochemiczne sensory oznaczanych gazów i par; ich wadą jest dość słaba specyficzność i oznaczalność, a zaletą możliwość uśredniania wyników pomiarów w wybranych odcinkach czasu. Często urządzenia te wyposażone są w systemy ostrzegania akustycznego i wizualnego na wypadek wystąpienia stężeń przekraczających wartości dopuszczalne. Za stosowaniem urządzeń monitorujących opartych na zasadzie bezpośredniego odczytu przemawia również fakt, że wynik oznaczenia uzyskuje się natychmiast, natomiast w przypadku pobierania próbek powietrza klasycznymi metodami wyniki oznaczania znane są dopiero po wykonaniu analizy w laboratorium, co w przypadku szyb-

ko działających i niebezpiecznych substancji (a takich dotyczą wartości NDSP) może mieć istotne znaczenie.

W razie braku odpowiednich analizatorów do ciągłego pomiaru stężenia innym zalecanym sposobem postępowania jest pobieranie próbek wyrwykowych, o możliwie krótkim jednostkowym czasie pobierania, nieprzekraczającym 15 minut.

Spośród 13 substancji, dla których ustanowiono NDSP, tylko dla 2 substancji (butyloamina i fluorek boru) nie ma znormalizowanych lub zalecanych metod oznaczania. Dla wszystkich pozostałych substancji czas pobierania próbki nie przekracza 15 minut lub może być do 15 minut skrócony bez szkody dla poziomu oznaczalności.

Ze względów praktycznych (ogromna pracochłonność, koszty i dezorganizacja pracy pracownika objętego pomiarami) nie może być zalecane pobieranie 32 próbek 15-minutowych, jedna za drugą przez całą zmianę roboczą. Najlepszym rozwiązaniem jest pobieranie próbek powietrza o krótkim czasie pobierania lub wykonywanie pomiarów w regularnych odstępach czasu, jak również we wszystkich spodziewanych momentach występowania szczególnie wysokich stężeń. Odstęp czasu pomiędzy kolejnymi próbkami/pomiarami powinien zależeć od jednorodności procesu technologicznego oraz zmienności stężeń:

- 30 minut – dla procesów technologicznych niejednorodnych i o dużej zmienności stężeń
- 1 godzina – dla procesów technologicznych o małej zmienności stężeń.

Zgodnie z definicją, **warunki pracy mogą być uznane za bezpieczne**, jeżeli żaden z wyników pomiarów nie przekracza wartości NDSP.

Należy zaznaczyć, że ze względu na charakter działania toksycznego oznaczanych substancji również przy tym sposobie postępowania bardziej przydatne wydają się urządzenia do bezpośredniego odczytu lub umożliwiające odczyt po niewielkiej zwłoce czasowej (przenośne analizatory, wskaźniki rurkowe) niż metody, w których wynik uzyskuje się dopiero po analizie pobranej próbki.

Dla 5 substancji chemicznych, w aktualnym wykazie wartości dopuszczalnych, NDSP nie jest jedynym normatywem higienicznym, lecz stanowi uzupełnienie NDS. Jest to pozostałość z czasów, gdy wartości dopuszczalne

ustalano w trybie administracyjnym, często bez merytorycznego uzasadnienia. W przyszłości wartości dopuszczalne dla tych związków będą zrewidowane. Do tego czasu w przypadku obowiązywania wartości NDS i NDSP dla tego samego związku należy postępować zgodnie z pkt 5.3 normy PN-Z-04008-7:2002, czyli w okresie spodziewanego występowania najwyższych stężeń pobrać co najmniej 1 próbkę powietrza o możliwie najkrótszym czasie pobierania (nie dłuższym niż 15 minut). Warunki pracy mogą być uznane za bezpieczne, jeżeli żaden z wyników oznaczania próbek, zarówno pobranych losowo jak i tendencyjnie, nie przekracza wartości NDSP danej substancji.

Należy mieć na uwadze, że przedstawione zalecenia oceny zgodności warunków pracy z normatywami higienicznymi dla stężenia pułapowego dotyczą zwykłego, rutynowego toku pracy, a wartości NDSP z założenia nie odnoszą się do sytuacji awaryjnych.

12. Częstotliwość pomiarów

Ustalając odstęp czasu między pomiarami, należy brać pod uwagę następujące czynniki:

- cykliczność (sezonowość) produkcji w dłuższej perspektywie czasu
- zmienność wyników pomiarów
- różnicę między wysokością stężenia a wartością dopuszczalną
- skuteczność stosowanych środków prewencji i następstwa ich nieprawidłowego funkcjonowania
- czas wymagany do poprawy prewencji.

Przepisy szczegółowe, dotyczące częstotliwości pomiarów substancji chemicznych do oceny narażenia zawodowego, są złożone i niejednoznaczne. Zgodnie z kodeksem pracy tryb, metody, rodzaj i częstotliwość wykonywania badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia występujących w środowisku pracy reguluje minister zdrowia – rozporządzeniem. Projekt rozporządzenia w tej sprawie (z listopada 2004 r.) zawiera m.in. zapis, że badania i pomiary czynników szkodliwych dla zdrowia wykonuje się metodami określonymi w normach polskich, co dotyczy również normy PN-EN 689:2002. W normie tej, w załącznikach informacyjnych E i F, podano przykłady planowania pomiarów okresowych i wyboru odstępów czasu między pomiarami. Ponieważ oba dokumenty określają tylko minimalną, niezbędną częstotliwość pomiarów (maksymalny dozwolony odstęp między pomiarami), a postanowienia PN-EN 689:2002 mają charakter jedynie wytycznych i zaleceń, przy planowaniu pomiarów okresowych w zakładzie należy kierować się następującymi zasadami:

- pomiary powinny być prowadzone tym częściej, im stężenia są bliższe wartości dopuszczalnej;

- jeżeli narażenie jest wyższe od wartości dopuszczalnej, a także w przypadku, gdy współwystępują substancje o podobnym działaniu toksycznym, współczynnik łącznego narażenia, obliczony zgodnie z podrozdz. 9.3 niniejszych wytycznych, przekracza 1 – trzeba określić przyczyny, możliwie najszybciej wprowadzić środki techniczne, technologiczne lub organizacyjne i zapewnić monitorowanie stężeń do czasu osiągnięcia ich poziomów zgodnych z wartościami dopuszczalnymi;
- odstęp czasu do następnych pomiarów powinien wynosić od 16 do 52 tygodni, jeżeli stężenie jest wyższe od 0,75 NDS, lecz nie przekracza wartości NDS; od 32 tygodni do 52 tygodni, jeżeli stężenie wynosi od powyżej 0,5 do 0,75 włącznie wartości NDS; od 64 tygodni do 2 lat, jeżeli stężenie to wynosi od 0,1 do 0,5 włącznie wartości NDS.

Jeśli w środowisku pracy występują czynniki rakotwórcze, pomiary ich stężeń należy wykonywać zgodnie z następującymi zasadami:

- w każdym przypadku wprowadzenia zmian w warunkach stosowania tych czynników
- co najmniej raz na 3 miesiące w razie stwierdzenia stężeń czynników rakotwórczych od powyżej 0,5 NDS do wartości NDS
- co najmniej raz na 6 miesięcy w razie stwierdzenia w dwóch poprzednich pomiarach stężeń od 0,1 NDS do 0,5 NDS
- w razie stwierdzenia przekroczeń wartości NDS czynników rakotwórczych (co w zasadzie jest niedopuszczalne) pracodawca powinien określić przyczyny, możliwie najszybciej wprowadzić środki techniczne, technologiczne lub organizacyjne i zapewnić monitorowanie stężeń do czasu osiągnięcia ich poziomów zgodnych z wartościami dopuszczalnymi.

Do określenia częstotliwości badań czynników chemicznych na podstawie wielkości ich stężeń należy stosować, w zależności od sposobu pobierania próbek powietrza, następujące wskaźniki narażenia: w dozymetrii indywidualnej – średnią ważoną dla całej zmiany roboczej (C_w); w pomiarach stacjonarnych – odpowiednio, średnie geometryczne (\bar{X}_g) w procesach jednorodnych lub średnie ważone średnich geometrycznych (\bar{X}_{gw}) w procesach składających się z kilku etapów.

Nie ma potrzeby prowadzenia dalszych pomiarów, jeżeli kompleksowo przeprowadzone badania szczegółowe wykazały, że w żadnej z pobranych próbek powietrza stężenie nie przekracza 0,1 wartości NDS, pod warunkiem że proces technologiczny jest ustabilizowany i nie są przewidywane zmiany mogące wpływać na wielkość stężeń substancji chemicznych. Dotyczy to również pomiarów stężeń substancji rakotwórczych.

13. Metody stosowane w analizie zanieczyszczeń powietrza

Zgodnie z rozporządzeniem ministra zdrowia w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, pomiary wykonuje się metodami określonymi w normach polskich i międzynarodowych lub metodami równoważnymi, a w razie braku takich metod – metodami zalecanymi przez Międzyresortową Komisję ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy. Zalecane metody są publikowane w wydawanym przez CIOP-PIB kwartalniku *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*. Niezależnie od tego, w wydawnictwie Międzyresortowej Komisji pt. *Czynniki szkodliwe w środowisku pracy – wartości dopuszczalne*, w wykazie wartości NDS zamieszczono informacje o znormalizowanych lub zalecanych metodach oznaczania w powietrzu wszystkich wymienionych tam substancji chemicznych.

Ogólne wymagania odnośnie do metod pomiarów stężenia czynników chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy podano w normie PN-EN 482:2002. Norma ta dotyczy również przyrządów z bezpośrednim odczytem. Zgodnie z jej przepisami procedury pomiarowe powinny charakteryzować się jednoznacznością, selektywnością, a w pomiarach, których celem jest porównywanie wyników z wartościami dopuszczalnymi, całkowita niepewność względna powinna być mniejsza lub równa 30% dla zakresu pomiarowego od 0,5 do 2,0 wartości dopuszczalnej oraz mniejsza lub równa 50% dla zakresu pomiarowego od 0,1 do 0,5 wartości dopuszczalnej. Wszystkie opracowywane normy polskie, dotyczące oznaczania substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy, spełniają wymagania PN-EN 482:2002.

Na wynik pomiaru stężenia substancji chemicznej składa się nie tylko ilość substancji oznaczona w próbce, lecz również objętość powietrza, w jakiej tę substancję oznaczono. Dlatego bardzo istotny jest prawidłowy pomiar objętości lub strumienia objętości w czasie pobierania próbki powietrza. Podczas

wykonywania wzorcowania (kalibracji) i stosowania przyrządów do pobierania próbek powietrza, należy przestrzegać następujących zasad:

- używać wyłącznie wzorcowanych przyrządów pomiarowych, zwracając szczególną uwagę na podane w instrukcjach szczegóły dotyczące ich stosowania lub charakterystyki;
- zapewnić, aby wszystkie przyrządy pomiarowe były okresowo wzorcowane lub sprawdzane w celu uzyskania spójności pomiarowej;
- wykonywać wzorcowanie (kalibrację) każdego nowego przyrządu, przyrządu po naprawie, po wykonaniu pomiarów i zawsze wtedy, kiedy pojawią się wątpliwości co do jego dokładności;
- przy wykonywaniu wzorcowania (kalibracji) zapewnić wystarczającą liczbę danych dla danego parametru; każdy punkt krzywej kalibracji powinien być powtórzony co najmniej 3-krotnie dla statystycznej oceny błędu;
- przebieg użytkowania przyrządu w terenie oraz wszystkie dane dotyczące wzorcowania wraz z opisem procedur, datą wykonania i nazwiskiem operatora należy umieścić w metryczce przyrządu.

14. Pomiar za pomocą przyrządów do bezpośredniego odczytu

W analizie chemicznych zanieczyszczeń powietrza coraz częściej stosowane są przyrządy podające wynik pomiaru w czasie rzeczywistym lub z niewielką zwłoką czasową. Są to najczęściej elektrochemiczne wykrywacze gazów, wskaźniki rurkowe czy też mierniki stężeń aerozoli, działające na zasadzie pomiaru rozproszonego światła laserowego. Pomiar wykonany za pomocą tego typu przyrządów charakteryzują się na ogół gorszą dokładnością niż pomiary przeprowadzone z zastosowaniem znormalizowanych metod oznaczania, niemniej w niektórych przypadkach (np. oznaczanie tlenku węgla) stanowią praktycznie jedyną metodę do wyboru ze względu na wysoki koszt i trudną dostępność aparatury wymaganej w metodzie znormalizowanej. Czas pomiaru, w zależności od urządzenia, wynosi od kilku sekund do kilku minut, a zatem do pomiarów wykonywanych za pomocą urządzeń do bezpośredniego odczytu nie mogą mieć zastosowania postanowienia normy PN-Z-04008-7:2002, zgodnie z którymi czas pobierania 1 próbki/wykonania 1 pomiaru nie może być krótszy od 5 minut. Z tego względu, dokonując pomiarów stężeń substancji chemicznych za pomocą takich analizatorów i urządzeń, trzeba postępować zgodnie z podanymi dalej zaleceniami. Należy podkreślić, że stosowane analizatory, podobnie jak każda inna metoda pomiaru stężenia czynników chemicznych, muszą spełniać wymagania normy PN-EN 482:2002 (omówione w rozdz. 13 niniejszych wytycznych).

14.1. Ocena zgodności warunków pracy z NDS

Pomiary powinny obejmować co najmniej 75% czasu trwania zmiany roboczej i być wykonywane (umieszczenie próbnika lub głowicy pomiarowej) w strefie oddychania pracowników, których narażenie jest oceniane. Sposób postępowania jest uzależniony od charakteru procesu technologicznego.

W przypadku jednorodnego procesu technologicznego o niewielkiej zmienności stężeń zmianę roboczą lub co najmniej 75% czasu jej trwania należy podzielić na jednogodzinne kolejne odcinki i w każdym z tych odcinków czasu wykonać po 1 pomiarze stężenia, postępując zgodnie z instrukcją obsługi danego przyrządu i zapisując wyniki poszczególnych pomiarów. Liczba wykonanych pomiarów wynosi $6 \div 8$.

W przypadku procesu technologicznego niejednorodnego i/lub o dużej zmienności stężeń trzeba podzielić zmianę roboczą lub co najmniej 75% czasu jej trwania na 30-minutowe kolejne odcinki i w ciągu każdego z nich wykonać po 1 pomiarze stężenia. Liczba wykonanych pomiarów wynosi $12 \div 16$.

Sposób obliczania wskaźników narażenia jest identyczny jak w przypadku pomiarów stacjonarnych (rozdz. 7.3). Na podstawie uzyskanych wyników trzeba obliczyć kolejno:

- wartości logarytmów wyników poszczególnych pomiarów
- średnią arytmetyczną logarytmów, $\lg \bar{X}_g$, która odpowiada logarytmowi średniej geometrycznej ze wzoru (3)
- logarytm geometrycznego standardowego odchylenia, $\lg S_g$, ze wzoru (4)
- logarytmy granic przedziału ufności dla średniej wyników pomiarów, odpowiednio dolnej ($\lg DG$) ze wzoru (5) i górnej ($\lg GG$) ze wzoru (6)
- dolną (DG) i górną (GG) granicę przedziału ufności dla średniej wyników pomiarów, przez odlogarytmowanie $\lg DG$ i $\lg GG$.

Warunki pracy można uznać za bezpieczne, jeżeli $GG \leq NDS$.

Warunki pracy są szkodliwe, jeżeli $DG > NDS$.

Warunki pracy uznaje się za dopuszczalne, z obowiązkiem wykonania w ciągu 30 dni dodatkowych pomiarów, jeżeli wartość NDS znajduje się

w przedziale ufności dla średniej o granicach DG i GG , a uzyskane dane nie są wystarczające do jednoznacznego potwierdzenia lub wykluczenia z określonym prawdopodobieństwem zgodności warunków pracy z NDS.

14.2. Ocena zgodności warunków pracy z NDSCh

Pomiary należy wykonywać w co najmniej dwóch 15-minutowych okresach, w których na podstawie zebranych informacji oczekuje się występowania szczególnie wysokich stężeń oznaczanych substancji w powietrzu. Pomiary w ciągu tak wybranych okresów powinny być wykonane niezależnie od pomiarów prowadzonych w celu oceny zgodności warunków pracy z NDS.

W każdym wybranym 15-minutowym okresie należy:

- wykonać co najmniej po 3 pomiary stężenia substancji (najlepiej w równych odstępach czasu)
- obliczyć średnią geometryczną z tak uzyskanych wyników pomiarów zgodnie ze wzorem (3) i odlogarytmowując średni logarytm wyników pomiarów.

Średnie geometryczne obliczone dla każdego z wybranych 15-minutowych okresów służą do oceny zgodności warunków pracy z NDSCh.

Warunki pracy mogą być uznane za bezpieczne, jeżeli średnia geometryczna z wyników pomiarów w każdym z wybranych 15-minutowych okresów nie przekracza wartości NDSCh dla danej substancji.

Warunki pracy należy uznać za szkodliwe, jeżeli:

- średnia geometryczna z wyników pomiarów w jakimkolwiek z wybranych 15-minutowych okresów jest większa od NDSCh
- średnia geometryczna z wyników pomiarów w więcej niż dwóch 15-minutowych okresach jest równa NDSCh
- odstęp czasu między dwoma okresami, w których średnie geometryczne z wyników pomiarów są równe NDSCh, jest mniejszy od 1 godziny.

15. Sprawozdanie z badań

Wyniki badań przeprowadzonych przez laboratorium powinny być przedstawione w formie sprawozdania w sposób jasny, dokładnie, jednoznacznie i rzeczowo. Zgodnie z normą PN-EN 689:2002 sprawozdanie powinno zawierać następujące elementy:

- nazwisko osoby (osób) lub nazwę instytucji, wykonujących ocenę i pomiary
- nazwy rozpatrywanych substancji
- nazwę i adres przedsiębiorstwa
- opis czynników na stanowisku pracy wpływających na warunki pracy podczas pomiarów
- cel procedury pomiaru
- procedurę pomiaru
- harmonogram (datę rozpoczęcia i zakończenia pomiarów)
- wyniki pomiarów stężeń
- wszystkie zdarzenia lub czynniki, które mogły wpłynąć w znaczący sposób na wyniki
- ewentualne dane dotyczące zapewnienia jakości
- wyniki porównania z wartościami dopuszczalnymi.

Wszystkie obliczenia i przeniesienia danych powinny być dokładnie sprawdzane przez personel nadzorujący badania.

Na życzenie klienta w sprawozdaniu zamieszczane są informacje dotyczące niepewności zastosowanej metody lub wyniku badania. Informacje takie są obligatoryjne w sprawozdaniach z pomiarów wykonywanych przez laboratoria akredytowane.

Należy zaznaczyć, że w sprawozdaniach laboratoriów akredytowanych część podlegająca akredytacji (wyniki pomiarów) powinna być wyraźnie oddzielona od części nieakredytowanej (interpretacja wyników, porównanie z wartościami dopuszczalnymi). Interpretując wyniki pomiarów, nie uwzględnia się niepewności wyniku (metody), co omówiono w rozdz. 9 niniejszych wytycznych. Zgodnie z normą PN-EN 482:2002 każda procedura pomiarowa powinna zapewniać uzyskanie jednoznacznego wyniku pomiaru stężenia mierzonego czynnika chemicznego. Oznacza to, że wartość wyznaczona analitycznie powinna odpowiadać tylko jednemu stężeniu.

16. Uwagi końcowe

W załącznikach informacyjnych do normy PN-EN 689:2002 podano przykłady dotyczące praktycznych aspektów stosowania normy, m.in. obliczania stężenia średniego ważonego, w tym również dla narażenia trwającego dłuższej niż 8 godzin (załącznik B), porównywania wyników pomiarów z wartościami dopuszczalnymi (załączniki C i D), czy też planowania odstępów między badaniami okresowymi (rutynowymi), (załącznik G). Załączniki te są dość szczegółowe i nie wymagają odrębnego omówienia.

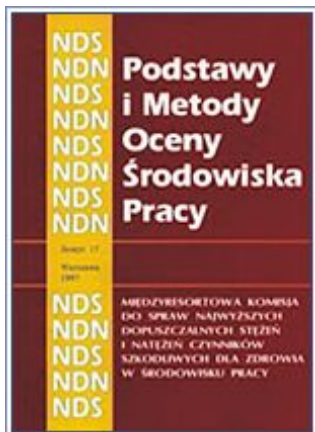
W załączniku G podano przykłady graficznej prezentacji i statystycznej analizy danych grupowych. Przedstawiona graficzna prezentacja wyników z różnych okresów, w postaci tzw. aktualnej średniej ważonej, wydaje się bardzo przydatna dla służb BHP w zakładach pracy, pozwala bowiem na bieżąco śledzić skuteczność stosowanych środków zaradczych.

Proponowana forma prezentacji danych grupowych (grupy jednorodnego narażenia) w postaci logarytmiczno-normalnego wykresu częstości skumulowanej umożliwia szybkie badanie charakteru rozkładu stężeń, graficzne wyznaczenie średniej geometrycznej i geometrycznego odchylenia oraz szacowanie liczby czy procentu wyników przekraczających z określonym prawdopodobieństwem wartość dopuszczalną. Należy podkreślić, że zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami narażenie każdego pracownika nie powinno przekraczać wartości dopuszczalnej i statystyczna analiza danych grupowych w naszych warunkach może być przydatna jedynie do oceny prawidłowości podziału pracowników na grupy jednorodnego narażenia.

Piśmiennictwo

1. *Analiza chemicznych i pyłowych zanieczyszczeń powietrza na stanowiskach pracy.* Red. J. Gromiec, E. Więcek. Łódź, IMP 1997.
2. *Czynniki szkodliwe w środowisku pracy – wartości dopuszczalne.* Red. D. Augustyńska, M. Pośniak. Wyd. 4. Warszawa, CIOP-PIB 2003.
3. Gromiec J.: *Problemy związane z oceną zgodności warunków pracy z wartościami dopuszczalnymi dla stężenia pułapowego.* Med. Pr. 2000; 51:173-184.
4. Gromiec J.: *Krótkoterminowe normatywy higieniczne w Polsce i na świecie – koncepcja, interpretacja i proponowana strategia pomiarów stężenia chwilowego.* Med. Pr. 2003; 54:457-463.
5. Gromiec J., Czerczak S.: *Kryteria oceny narażenia na substancje chemiczne w Polsce i na świecie – procedury ustalania i stosowania.* Med. Pr. 2002; 53:53-59.
6. Więcek E.: *Strategia pomiarów zapylenia powietrza w środowisku pracy.* Med. Pr. 1986; 37:369-376.
7. Więcek E.: *Podstawy oceny środowiska pracy z wykorzystaniem wartości krótkoterminowych najwyższych dopuszczalnych stężeń chwilowych i najwyższych dopuszczalnych stężeń pułapowych.* Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy 2000; 26(4):5-21.
8. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń substancji szkodliwych w środowisku pracy. DzU nr 217, poz. 1833.
9. Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, listopad 2004. (projekt)

10. PN-Z-04008-7:2002 *Ochrona czystości powietrza – Pobieranie próbek – Zasady pobierania próbek powietrza na stanowiskach pracy i interpretacji wyników.*
11. PN-EN 689:2002 *Powietrze na stanowiskach pracy – Wytyczne oceny narażenia inhalacyjnego na czynniki chemiczne przez porównanie z wartościami dopuszczalnymi i strategia pomiarowa.*
12. PN-EN 482:2002 *Powietrze na stanowiskach pracy – Ogólne wymagania dotyczące procedur pomiarowych.*
13. PN ISO 4225:1999 *Jakość powietrza – Zagadnienia ogólne – Terminologia.*
14. PN ISO 4225/Ak:1999 *Jakość powietrza – Zagadnienia ogólne – Terminologia (arkusz krajowy).*



Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy

Czasopismo Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy jest wydawnictwem Międzyresortowej Komisji do spraw Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy.

W kwartalniku są publikowane artykuły problemowe, a także kompletne dokumentacje – opracowane na podstawie wyników badań polskich i światowych – na temat szkodliwego oddziaływania określonych czynników chemicznych i fizycznych na organizm człowieka wraz z uzasadnieniem zaproponowanych oraz przyjętych w Polsce wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) i najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) tych czynników, a także metod ich oznaczania w środowisku pracy.

Publikacja jest niezbędna do dokonania oceny zagrożeń, istniejących w środowisku pracy, a także ustalenia odpowiedniej profilaktyki medycznej, organizacyjnej i technicznej. Przeznaczona jest dla pracodawców oraz służb odpowiedzialnych za profilaktykę i za nieprzekraczanie w środowisku pracy wartości normatywnych czynników szkodliwych.

Wydawnictwo jest indeksowane w bazach: CISDOC, Chemical Abstracts, EMBASE/Excerpta Medica, Index Copernicus i OSH-ROM.

Zamówienia prosimy kierować na adres:

Centralny Instytut Ochrony Pracy –
Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa
tel. (022) 623-36-98; fax. 623-36-93
e-mail: basuc@ciop.pl



**Czynniki szkodliwe
w środowisku pracy
– wartości dopuszczalne**

pod redakcją
dr inż. Danuty Augustyńskiej
oraz dr Małgorzaty Pośniak

Pozycja wydawnicza przygotowana przez **Międzyresortową Komisję ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy** w celu ułatwienia pracodawcy oraz jego pracownikom przestrzegania obowiązujących w Polsce przepisów prawnych.

W zwartej formie objaśniono podstawowe pojęcia używane w omawianej dziedzinie, przedstawiono wymagania dotyczące środowiska pracy, a także metody pomiaru stężeń i natężeń czynników szkodliwych występujących w tym środowisku oraz zasady oceny narażenia zawodowego.

W wydaniu z 2005 r. uwzględniono zmiany wprowadzone rozporządzeniem ministra gospodarki i pracy z dnia 10 października 2005 r. do wykazu najwyższych dopuszczalnych stężeń chemicznych i pyłowych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.

Zamówienia prosimy kierować na adres:
Centralny Instytut Ochrony Pracy –
Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00–701 Warszawa
tel. (022) 623–36–98; fax. 623–36–93
e-mail: basuc@ciop.pl

KARTY CHARAKTERYSTYK SUBSTANCJI NIEBEZPIECZNYCH



wersja elektroniczna 5.0
na płycie CD

KARTY są podstawowym źródłem informacji o niebezpiecznych właściwościach poszczególnych substancji chemicznych, rodzaju i rozmiarach stwarzanego przez nie zagrożenia dla ludzi i środowiska naturalnego oraz o zasadach postępowania z nimi na etapie produkcji, w transporcie, podczas stosowania i magazynowania.

KARTY zostały opracowane zgodnie z 16-punktowym wzorem podanym w rozporządzeniu ministra zdrowia z dnia 3 lipca 2002 r.

Dane zawarte w kartach obejmują:

identyfikację substancji chemicznej informacje o składzie i składnikach identyfikację zagrożeń wskazówki dotyczące pierwszej pomocy wskazówki co do postępowania w przypadku pożaru lub uwolnienia substancji do środowiska postępowanie z substancją i jej magazynowanie kontrolę narażenia oraz wymagania dotyczące środków ochrony indywidualnej właściwości fizykochemiczne stabilność i reaktywność substancji informacje toksykologiczne informacje ekologiczne sposoby postępowania z odpadami informacje o transporcie informacje dotyczące przepisów prawnych.

Zawartość merytoryczna **KART** została dostosowana do aktualnych wymagań międzynarodowych oraz do obowiązujących przepisów krajowych (zgodnych z wymaganiami Unii Europejskiej).

Publikowane dane są zatwierdzane w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym przez Radę Programową reprezentującą czołowe placówki naukowo-badawcze prowadzące prace nad bezpieczeństwem chemicznym.

Baza daje możliwość wyszukiwania substancji wg nazw (polskich, angielskich, niemieckich, francuskich i rosyjskich) i ich synonimów, a także wg numerów CAS, UN(ONZ), RTECS, WE(EINECS) oraz numerów indeksowych.

Zbiór kart, wraz z kompletem objaśnień i tekstów aktów prawnych dotyczących produkcji, dystrybucji i stosowania substancji niebezpiecznych w aspekcie zagrożenia zdrowia i środowiska, **jest dostępny na dyskach kompaktowych.** W związku z postępem nauki i zmianami w aktach prawnych dane zawarte w bazie są aktualizowane. Wersja 5.0 (stan na 31.12.2005 r.) zawiera 495 kart.

Zamówienia prosimy kierować na adres:

Centralny Instytut Ochrony Pracy –
 Państwowy Instytut Badawczy
 ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa
 tel. (022) 623-36-98; fax. 623-36-93
 e-mail: basuc@ciop.pl