

PRACE POGLĄDOWE

Jan P. Gromiec

KRÓTKOTERMINOWE NORMATYWY HIGIENICZNE W POLSCE I NA ŚWIECIE - KONCEPCJA, INTERPRETACJA I PROPONOWANA STRATEGIA POMIARÓW STĘŻENIA CHWILOWEGO*

POLISH AND WORLDWIDE SHORT TERM EXPOSURE LIMITS: CONCEPT, INTERPRETATION AND PROPOSED SAMPLING STRATEGY FOR ASSESSING SHORT TERM EXPOSURE

Z Zakładu Zagrożeń Chemicznych i Pyłowych
Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi

STRESZCZENIE Krótkotrwałe ograniczenia dopuszczalnego poziomu narażenia wprowadzane są w celu ograniczenia możliwości występowania ostrych skutków działania substancji w warunkach, gdy stężenie średnie ważone nie przekracza wartości NDS. Celem pracy jest porównanie procedur ustalania i praktyki stosowania krótkoterminowych normatywów higienicznych dla czynników chemicznych w Polsce i wybranych państwach (USA, Wlk. Brytania, RFN) oraz w Unii Europejskiej. Na podstawie przeprowadzonego przeglądu zaproponowano nową koncepcję NDSch, polegającą na radykalnym zmniejszeniu liczby substancji, dla których ustanowiono NDSch jako drugi obok NDS normatyw higieniczny oraz ustalenie proporcji między wartościami NDS i NDSch w sytuacji, gdy brak odpowiednich danych toksykologicznych od dopuszczalnej i racjonalnej zmienności stężeń w środowisku pracy, wyrażonej geometrycznym standardowym odchyleniem.

W związku ze zmianą definicji NDSch zaproponowano strategię do oceny stężenia chwilowego polegającą na tendencyjnym pobieraniu próbek powietrza z możliwością rezygnacji z dodatkowych pomiarów w przypadku jednorodnego narażenia. Med. Pr. 2003; 54 (5): 457–463

SŁOWA KLUCZOWE: normatyw higieniczny, stężenie chwilowe, środowisko pracy, substancja chemiczna, pobieranie próbek powietrza

ABSTRACT Short term exposure limits (STEL) are introduced to prevent acute effects of substances whose workday concentrations are maintained below OEL-TWA. The aim of this paper was to compare the procedures of setting STEL and practicing their application for chemical agents in Poland and other selected countries (USA, Germany, UK) and in the European Union in general. Based on the review, a new concept of STEL was proposed. It involves drastic decrease in the number of substances with dual hygiene standards and maintenance of departures above TWA within some reasonable limits, depending on variability of concentrations expressed as geometric standard deviation, if the availability of toxicological data is limited.

In view of the changed STEL definition, a new air sampling strategy has been proposed. It is based on the worst case samples with possibility of restrain from sampling in case of homogenous exposure. Med Pr 2003; 54 (5): 457–463

KEY WORDS: occupational exposure limit (OEL), short term exposure limit (STEL), work environment, chemicals, air sampling

Nadesłano: 10.02.2003

Zatwierdzono: 11.08.2003

Adres autora: Św. Teresy 8, 90-950 Łódź. e-mail: jpgrom@imp.lodz.pl

© 2003, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi

WSTĘP

Jednym z elementów higienicznej oceny narażenia zawodowego na czynniki chemiczne jest porównanie wyników pomiarów stężeń tych czynników z odpowiednimi normatywami higienicznymi, określającymi bezpieczne warunki pracy. W praktyce stosowane są dwa typy normatywów higienicznych:

- dotyczące całej zmiany roboczej i całego okresu aktywności zawodowej pracownika; takim normatywem jest ustanawiane w Polsce najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS);
- dotyczące krótszych odcinków czasu, mające na celu ochronę przed ostrym działaniem drażniącym, narkotycz-

nym lub nieodwracalnym uszkodzeniem tkanek; w Polsce normatywami tego typu są najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSch) i najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe (NDSP).

W publikacjach przeglądowych omówiono dotychczas procedury ustalania i praktykę stosowania normatywów, dotyczących całej zmiany roboczej (1,2) oraz problemy związane ze stosowaniem i interpretacją stężenia pułapowego (3). Celem niniejszego opracowania jest porównanie zasad ustalania normatywów dla stężenia chwilowego w Polsce, USA i państwach Unii Europejskiej oraz przedstawienie propozycji nowej koncepcji NDSch oraz strategii pomiarowej do oceny stężenia chwilowego. Konieczność zmiany zasad pobierania próbek powietrza do oceny zgodności warunków pracy z NDSch wynika z faktu, że ostatnio zaproponowano zmianę obowiązującej definicji NDSch na zgodną z przepisami Unii Europejskiej.

* Praca wykonana w ramach programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej” (Część A) dofinansowywanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 2002–2003. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy. Zadanie nr 1-2.02 pt. „Opracowanie i dostosowanie strategii pomiarów czynników chemicznych w środowisku pracy do zmiennej interpretacji NDSch i NDSP”. Kierownik zadania: dr J. P. Gromiec.



Tabela I. Proporcje między całozmianowymi i krótkoterminowymi normatywami dla tej samej substancji w różnych państwach

Państwo – nazwa normatywu	Stosunek normatywu całozmianowego do krótkoterminowego									
	< ÷ 1:1,5		1:1,5 ÷ < 1:2		1:2 ÷ < 1:3		1:3 ÷ < 1:5		1:5 ÷ > 1:5	
	liczba	udział %	liczba	udział %	liczba	udział %	liczba	udział %	liczba	udział %
USA (ACGIH) (4) TLV-TWA/TLV-STEL	18	15,3	24	20,3	43	36,4	30	25,4	3	2,5
Unia Europejska (5,6) OEL-TWA/OEL-STEL	-	-	4	8,9	36	80,8	3	6,7	2	4,4
Wielka Brytania (7) OES-TWA/OES-STEL lub MEL-TWA/MEL-STEL	39	15,5	39	15,5	90	35,9	79	31,5	4	1,6
Polska (8) NDS/NDSch	19	5,9	12	3,8	117	36,6	122	38,1	50	15,6

KONCEPCJE I INTERPRETACJA NORMATYWÓW DOTYCZĄCYCH STĘŻENIA CHWILOWEGO

Krótkotrwałe ograniczenia dopuszczalnego poziomu narażenia wprowadzane są w celu ograniczenia możliwości wystąpienia ostrych skutków działania substancji w krótkim okresie czasu 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 działaniem narkotycznym, w stopniu mogącym zwiększać prawdopodobieństwo występowania wypadków przy pracy lub powodującym obniżenie wydajności pracy. Praktyczne rozwiązania odnośnie długości czasu okresu odniesienia dla normatywu krótkoterminowego, czy dopuszczalnej częstotliwości występowania w ciągu zmiany roboczej i usytuowania w systemie normatywów higienicznych są w poszczególnych państwach dość zróżnicowane. Poniżej omówiono praktykę ustanawiania i definiowania krótkoterminowych wartości dopuszczalnych w USA i w wybranych państwach Unii Europejskiej.

USA

Najdłuższą tradycję na świecie mają normatywy higieniczne publikowane corocznie od 1946 r. przez ACGIH, znane pod prawnie zastrzeżoną nazwą TLV (skrót od Threshold Limit Value – w dosłownym tłumaczeniu „progowa wartość graniczna”). Nie mają one charakteru prawnie obowiązującego, niemniej ze względu na prestiż ACGIH stanowią ważną wskazówkę odnośnie do zalecanych pomiarów narażenia zawodowego nie tylko w USA, lecz także w innych państwach. Oprócz normatywów, dotyczących całej zmiany roboczej, TLV-TWA, ACGIH publikuje również dwa rodzaje normatywów krótkoterminowych, z których TLV-STEL (skrót od Short Term Exposure Limit) jest odpowiednikiem polskiego NDSch.

STEL jest określone jako stężenie średnie ważone 15-minutowe, które nie powinno być przekroczone w żadnym czasie w ciągu zmiany roboczej nawet jeżeli stężenie średnie ważone w ciągu 8-godzinnej zmiany roboczej jest niższe od

wartości TLV-TWA. Narażenie na stężenia mieszczące się w zakresie pomiędzy TLV-TWA i TLV-STEL nie powinno być dłuższe niż 15 minut, nie powinno występować częściej niż 4 razy w ciągu dnia z przynajmniej jednogodzinnymi odstępami między kolejnymi narażeniami w tym zakresie stężeń. STEL nie powinno być traktowane jako oddzielny, niezależny normatyw higieniczny, a jedynie jako uzupełnienie wartości dopuszczalnej dla całej zmiany roboczej. Wartość STEL ustalana jest jako drugi, uzupełniający normatyw w zasadzie jedynie dla takich substancji, których działanie toksyczne ma głównie przewlekły charakter, jednakże znane jest również jej działanie ostre. W rezultacie na łączną liczbę 638 substancji, ujętych w wykazie TLV z 2002 r. (4) normatyw typu STEL ustalono jedynie dla 118, co stanowi około 18,5 %, dla pozostałych substancji podano tylko jedną wartość dopuszczalną – średnią dla całej zmiany roboczej lub stężenie pułapowe. Podana wyżej liczba substancji, wymienionych w wykazie TLV nie obejmuje pyłów przemysłowych, dla których z zasady ustalane są wyłącznie normatywy dotyczące całej zmiany roboczej. W tabeli I podano, jak przedstawiają się proporcje między zalecanymi przez ACGIH wartościami TWA i STEL dla tej samej substancji. Brak jest w wykazie, co oczywiste, substancji o STEL równym TWA, substancje dla których stosunek TWA do STEL nie przekracza 1:2 stanowią około 35,6%, dla około 36,4% substancji stosunek ten wynosi 1:2, a dla 25,4 % substancji STEL jest trzy lub czterokrotnie wyższe od TWA. Jedynie dla 3 substancji (dinitrobenzenu, benzen, beryl i jego związki) stosunek ten jest jak 1: 5 i więcej.

Dla większości substancji chemicznych, wymienionych w wykazie TLV brak jest dostatecznej ilości danych uzasadniających wprowadzenie TLV-STEL. Ograniczenie możliwych i dopuszczalnych wahań stężeń wynika zatem najczęściej nie z toksyczności związku, lecz z obserwacji, dotyczących charakteru procesów technologicznych i opiera się na logarytmiczno-normalnym rozkładzie wyników pomiarów krótkoterminowych. Według Leidela i współaut. (9) dla większości procesów przemysłowych geometryczne standardowe odchylenie wyników pomiarów mieści się w granicach od 1,5 do 2,0.



Z właściwości rozkładu logarytmiczno-normalnego wynika, że w sytuacji, gdy logarytmiczne standardowe odchylenie wynosi 2,0 tylko 5% spośród wszystkich wyników pomiarów będzie przekraczać wartość równą średniej geometrycznej, pomnożonej przez 3,13. Jeżeli rozrzut wyników i będące jego miarą logarytmiczne standardowe odchylenie jest większe, proces technologiczny nie jest należycie kontrolowany. Na tej podstawie ACGIH zaleca, by dla substancji, dla których nie ustalono wartości STEL najwyższe stwierdzone stężenie nie przekraczało wartości TLV-TWA w zasadzie więcej niż trzykrotnie, a w żadnym przypadku więcej niż pięciokrotnie. Należy podkreślić, że jest to tylko zalecenie ogólne, nie oznacza ono, że wszystkim substancjom, dla których nie ustalono wartości STEL przyznaje się automatycznie STEL trzykrotnie wyższy od TLV-TWA.

Jak wspomniano, normatywy higieniczne według ACGIH nie mają charakteru obowiązującego prawa, ale stanowią powszechnie respektowane zalecenia. Prawnie obowiązujące są w USA normatywy higieniczne PEL (Permissible Exposure Limits), publikowane przez Occupational Safety and Health Administration (OSHA) w dzienniku urzędowym Kongresu USA „Federal Register”. Wartości PEL dotyczyć mogą stężenia średniego dla zmiany roboczej lub krótkoterminowego (STEL lub Ceiling) (1). Zasady ich ustalania, uzasadnienie i proporcje między wartością dopuszczalną dla całej zmiany i krótkoterminową są bardzo zbliżone do stosowanych przez ACGIH i dlatego nie wymagają odrębnego omówienia.

Unia Europejska

W Unii Europejskiej wartości dopuszczalne dotyczące narażenia zawodowego noszą nazwę Occupational Exposure Limits (OEL) i jako wartości wskaźnikowe wprowadzane są Dyrektywami Unii Europejskiej, publikowanymi w dzienniku urzędowym UE (Official Journal of the European Communities). Normatywy te mają charakter wskaźnikowy, co oznacza, że państwa członkowskie UE są zobowiązane do wprowadzenia do narodowego ustawodawstwa wartości dopuszczalnych dla wymienionych w Dyrektywie substancji, przy ustalaniu których powinno się brać pod uwagę zawarte w dyrektywie wartości wskaźnikowe. Oprócz normatywów wskaźnikowych w Unii Europejskiej ustalone są również normatywy prawnie wiążące, obligatoryjne dla wszystkich państw członkowskich. Dotyczą one głównie substancji rakotwórczych.

Propozycje unijnych wartości dopuszczalnych przygotowywane są przez Scientific Committee for Occupational Exposure Limits to Chemical Agents (SCOEL). SCOEL proponuje dwa rodzaje normatywów higienicznych: OEL-TWA jako wartość średnią dla 8-godzinnego narażenia i krótkoterminowe OEL-STEL dla 15-minutowego (zwykle) okresu odniesienia. Normatywy krótkoterminowe proponowane są dla substancji, których szkodliwe działanie (np. uciążliwość, podrażnienie, depresja OUN, dolegliwości sercowe) mogą mieć miejsce w wyniku krótkiego narażenia i dla których OEL dla całej zmiany roboczej ustalono na poziomie niewie-

le niższym od stężeń, przy których istnieje ryzyko wystąpienia skutków krótkotrwałego narażenia.

STEL jest zdefiniowane jako wartość dopuszczalna, powyżej której narażenie nie powinno mieć miejsca i zwykle dotyczy 15-minutowego odcinka czasu. W definicji podkreślono, że STEL nie jest stężeniem pułapowym z zaznaczeniem, że podstawową różnicą między normatywem typu STEL i pułapowym jest to, że dla stężenia pułapowego nie podaje się okresu odniesienia (10). Należy zaznaczyć, że wśród 90 opublikowanych dotychczas normatywów unijnych wskaźnikowych (5,6) brak jest stężeń pułapowych, a krótkoterminowe wartości dopuszczalne typu STEL podano jako drugi normatyw higieniczny dla 45 substancji, co stanowi 50%. Proporcje między całozmianowymi i krótkoterminowymi normatywami dla tej samej substancji w wykazach Unii Europejskiej przedstawiono w tabeli I. Należy zaznaczyć, że 80% wartości STEL jest dwu lub dwuipółkrotnie wyższe od wartości średniej całozmianowej dla danego związku, a tylko dla dwóch substancji (fosgen i akrylan n-butyłu) dopuszczalne stężenie krótkoterminowe jest aż pięciokrotnie wyższe od wartości średniej dla całej zmiany roboczej.

Wielka Brytania

Aczkolwiek państwa członkowskie Unii Europejskiej są zobowiązane do wprowadzenia do własnego ustawodawstwa zaleceń, wynikających z Dyrektyw Unii Europejskiej, systemy wartości dopuszczalnych a także konkretne wartości dla danej substancji w poszczególnych państwach różnią się, niekiedy znacznie, od unijnych normatywów wskaźnikowych. Przykładem tego może być praktyka ustanawiania wartości dopuszczalnych w Wielkiej Brytanii.

Problematykę oceny narażenia zawodowego na czynniki chemiczne, prewencji oraz kryteriów oceny reguluje akt prawny z 1988r. znany pod nazwą COSHH (Control of Substances Hazardous to Health Regulations). Ustanawiane są dwa rodzaje wartości dopuszczalnych:

- oparte wyłącznie na kryteriach zdrowotnych, Occupational Exposure Standards (OES);
- uwzględniające również czynniki socjoekonomiczne (dotyczące związków rakotwórczych i innych substancji szczególnie niebezpiecznych) Maximum Exposure Limits (MEL).

Różnice między obydwoimi typami normatywów, tryb i kryteria ich ustalania opisano w pracy przeglądowej Gromca i Czerczaka (1). Zarówno OES jak i MEL rozumiane są jako stężenia średnie ważone dla 8-godzinnego dnia pracy (TWA). Oprócz nich funkcjonują dopuszczalne poziomy stężenia krótkotrwałego (STEL). Okresem odniesienia dla normatywu krótkoterminowego jest zwykle 10 minut i ograniczenie maksymalnego narażenia dotyczy każdych 10 minut w ciągu zmiany roboczej. Jeżeli dla danej substancji nie podano odrębnego normatywu krótkoterminowego, zaleca się nieprzekraczanie w krótszych odcinkach czasu stężeń trzykrotnie wyższych od wartości dopuszczalnej dla całej zmiany roboczej.



Na ogólną liczbę 498 wymienionych w wykazie substancji toksycznych (z wyłączeniem pyłów przemysłowych) normatyw krótkoterminowy jako drugi obok normatywu długoterminowego podano dla 251 substancji, co stanowi 50,4 %. Proporcje między normatywami obu typów dla tej substancji podano w tabeli I. Dla większości związków stosunek STEL do TWA wynosi 2:1 (35,9%) lub 3:1 (31,5%). Jedynie dla nielicznych związków (furfural, ortokrzemian tetrametylu, ksylicyna i tlenek węgla) STEL jest pięć (lub więcej) razy wyższy od wartości TWA (7).

Niemcy

System normatywów higienicznych w Niemczech jest podobny do brytyjskiego. Oparte na kryteriach zdrowotnych normatywy higieniczne, zwane Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (MAK) opracowywane są przez Komisję ds. Badania Substancji Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy (Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe) i po ustanowieniu przez Federalne Ministerstwo Pracy i Polityki Socjalnej publikowane w urzędowym dzienniku ministerstwa, Bundesarbeitsblatt. Wartości MAK publikowane są również w czasopiśmie fachowym, dotyczącym higieny pracy i własnym wydawnictwie komisji (11).

Urzędowy wykaz wartości dopuszczalnych (12) zawiera dwa rodzaje normatywów higienicznych – wspomniane MAK oraz ustalane dla substancji rakotwórczych lub podejrzanych o działanie rakotwórcze tzw. techniczne wartości dopuszczalne (Technische Richtkonzentration, TRK), przy ustalaniu których uwzględniane są również inne od zdrowotnych kryteria.

Oprócz wartości MAK i TRK, które rozumiane są jako stężenia średnie ważone dla 8-godzinnego dnia pracy zalecane są również normatywy dla krótszych okresów czasu (Kurzzeitwerte). Inaczej niż w innych państwach, nie podawane są konkretne wartości liczbowe krótkoterminowych normatywów higienicznych dla poszczególnych substancji lecz ogólne zasady, uzależniające poziom dopuszczalnego stężenia krótkoterminowego (jako wielokrotność odpowiednio MAK lub TRK), czas jego trwania i częstotliwość od charakteru działania toksycznego substancji. Dla substancji drażniących i o silnym, nieprzyjemnym zapachu stosunek ten wynosi 1, MAK należy zatem rozumieć w tym przypadku jako stężenie nieprzekraczalne w żadnym momencie, czyli odpowiednik naszego NDSP. Dla substancji o działaniu układowym, wolnowchłaniających się lub o półokresie wydalania powyżej 2 godzin i substancji o niskiej toksyczności (MAK powyżej 500 ppm) dopuszczalne jest 4-krotne w ciągu zmiany roboczej przekroczenie wartości MAK do poziomu 4-krotnie wyższego, każdorazowo nie dłużej niż przez 15 minut, pod warunkiem że stężenie średnie ważne nie przekracza MAK. W wykazie wartości dopuszczalnych znajduje się również zapis, że dla poszczególnych substancji Komisja Oceny Substancji Niebezpiecznych (AGS) może określić inne zasady regulujące możliwości przekraczania wartości średniej dla zmiany roboczej.

W aktualnym wydawnictwie komisji (11) podano dość skomplikowane reguły, określające dopuszczalne odstępstwa od wartości dopuszczalnej dla całej zmiany roboczej. I tak dla substancji:

- o działaniu układowym i półokresie eliminacji do 2 godzin dopuszcza się stężenia do 2 wartości MAK, czterokrotnie w ciągu zmiany, nie dłużej niż 15 minut za każdym razem, w odstępach co najmniej 1 h;

- dla substancji o działaniu układowym i półokresie eliminacji powyżej 2 godzin dopuszcza się stężenia do 5 wartości MAK, dwukrotnie w czasie zmiany roboczej, nie dłużej niż 30 minut za każdym razem;

- dla substancji o działaniu układowym i półokresie biologicznym dłuższym od czasu trwania zmiany roboczej (silna kumulacja w organizmie) dopuszcza się jednokrotne wystąpienie stężenia do 10 wartości MAK w ciągu 30 minut;

- dla substancji o silnym, nieprzyjemnym zapachu dopuszcza się stężenia do 2 wartości MAK nie dłużej niż 10 minut, dwukrotnie w ciągu zmiany roboczej;

- dla substancji o działaniu miejscowym drażniącym i alergizującym układ oddechowy nie dopuszcza się możliwości występowania wartości wyższych od MAK nawet w krótkich odcinkach czasu.

Polska

W Polsce wartości normatywów higienicznych ustanawiane są przez Ministra Pracy i Polityki Społecznej* w formie rozporządzenia i publikowane w Dzienniku Ustaw.

W najnowszym rozporządzeniu z dnia 29 listopada 2002 r. (8), które weszło w życie po upływie 6 miesięcy od ogłoszenia, definicję NDSch zmieniono na zgodną z dyrektywą Unii Europejskiej:

„najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSch) – wartość średnia stężenia, które 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 odstępie czasu nie krótszym niż godzina”.

W ostatnio opublikowanym wykazie (8), obejmującym 441 substancji, wartości NDS podano dla 433 substancji, a NDSch jako drugiego obok NDS normatywu dla 320 substancji. Stanowi to aż 73,9%, znacznie więcej niż w państwach o dłuższej tradycji higieny pracy i większym doświadczeniu w ustalaniu normatywów higienicznych. Należy sądzić, że większość wartości NDSch została wprowadzona na listę bez dostatecznego uzasadnienia, w odległych czasach, kiedy procedury ustalania wartości dopuszczalnych miały charakter administracyjny, a nie merytoryczny. Świadczyć mogą o tym także proporcje między wartością NDS i NDSch, odbiegające od analogicznych proporcji między długo i krótkoterminowymi normatywami higienicznymi w innych państwach (tabela I). Dla 5 substancji wartość NDSch jest równa NDS, co jest zupełnie niewytłumaczalne,

* Obecna nazwa: Minister Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej



bo średnia wartość NDS, której nie można przekroczyć staje się *de facto* stężeniem pułapowym. Zdziwiająco duża liczba substancji, bo aż 50 (15,6%) ma wartości NDSC_h pięciokrotnie i więcej razy wyższe od wartości NDS; dla 3 substancji stosunek NDSC_h/NDS wynosi aż 10. Wartości NDSC_h, przekraczające ponad pięciokrotnie wartość NDS nie tylko nie są czynnikiem ograniczającym zmienność stężeń w ciągu dnia pracy, ale przeciwnie, są prawnym usankcjonowaniem nadmiernej, niedopuszczalnej i nieuzasadnionej zmienności stężeń.

NOWA KONCEPCJA NDSC_h

Ustalenie rozsądnej i zgodnej z praktyką, stosowaną w innych państwach proporcji między wartościami NDSC_h i NDS dla tej samej substancji oparte być powinno na koncepcji dopuszczalnej zmienności stężeń w środowisku pracy, gdyż bardzo mało jest danych toksykologicznych, mogących posłużyć do uzasadnienia wartości krótkoterminowego normatywu higienicznego, na podstawie działania toksycznego danej substancji. NDSC_h nie jest i nie powinno być samoistnym normatywem; może być traktowane jedynie jako uzupełnienie NDS i wyprowadzone z wartości NDS. Procedura ustalania wartości NDS na podstawie dostępnych danych toksykologicznych opisana została w publikacjach Więcka (13), Gromca i Czerczaka (1), i nie wymaga omówienia, uzasadnienia wymaga natomiast zalecana proporcja między wartością NDSC_h i NDS. Biorąc pod uwagę, że wyniki pomiarów stężeń zanieczyszczeń mają rozkład logarytmiczno-normalny, którego parametrami są średnia geometryczna ($\bar{x}_g$) i geometryczne standardowe odchylenie (S_g), a prawdopodobieństwo występowania szczególnie wysokich stężeń w okresie czasu odpowiadającym NDSC_h (2 · 15 minut) wynosi 0,0625, wartość NDS i NDSC_h związane są następującą zależnością:

$$\log \text{NDSC}_h = \log \text{NDS} + 1,53 \cdot \log S_g$$

Przy założeniu, że najczęściej spotykana wartość $\log S_g$ w pomiarach stężeń na stanowiskach pracy mieści się w przedziale 0,2–0,3 (9,14) z podanej wyżej zależności obliczyć można, że wartość NDSC_h powinna być co najwyżej 2÷3 krotnie wyższa od wartości NDS. Celowy jest zatem krytyczny przegląd wykazu wartości dopuszczalnych pod względem racjonalnych proporcji między wartością NDS i NDSC_h dla tej samej substancji.

PROPONOWANA STRATEGIA POMIAROWA DO OCENY STĘŻENIA CHWILOWEGO

Zasady pobierania próbek powietrza do oceny narażenia zawodowego opisuje niedawno znowelizowana Polska Norma (15). Zawarte w niej postanowienia, dotyczące oceny średniego narażenia w ciągu zmiany roboczej za pomocą pobieranych losowo (pomiarów stacjonarne) lub kolejno (dozymetria indywidualna) próbek powietrza powinny być zachowane w dotychczasowej postaci, natomiast ze względu na zmianę definicji NDSC_h zmieniony powinien być sposób

pobierania próbek do oceny stężenia chwilowego. Poniżej przedstawiono propozycje takich zmian dotyczące pomiarów stacjonarnych i dozymetrii indywidualnej.

Pomiary stacjonarne

Najrozsądniejszym rozwiązaniem wydaje się zaproponowanie schematu postępowania, analogicznego do zapisanego w aktualnie obowiązującej polskiej normie, jednakże z uwzględnieniem zmienionego okresu odniesienia dla wartości NDSC_h.

Schemat ten powinien przedstawiać się następująco:

- zaklasyfikowanie stanowiska (stanowisk) pracy zgodnie z kategoriami, wymienionymi w punkcie 5.1.2 normy (pracownik obsługuje jedno stanowisko pracy przy jednorodnym procesie technologicznym, pracownik obsługuje jedno stanowisko pracy przy procesie technologicznym składającym się z kilku etapów o zróżnicowanej emisji substancji; pracownik obsługuje 2 lub 3 stanowiska pracy i pracownik lub grupa pracowników obsługuje więcej niż 3 stanowiska pracy). W pierwszym przypadku nie wykonuje się pomiarów stężenia chwilowego, bowiem nie ma 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 z co najmniej jednogodzinnym odstępem czasu między próbkami. Probki 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. Probkami takimi mogą być również próbki pobrane losowo, jeżeli uzasadnia to wysokość stężenia. Może się bowiem okazać, że w przewidywanym okresie występowania szczególnie wysokich stężeń, stężenia te nie były wyższe niż w próbkach pobranych losowo;

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

Dozymetria indywidualna

Ocenę stężenia chwilowego można przeprowadzić w sposób losowy, wykorzystując parametry rozkładu losowo pobranych próbek o jednostkowym czasie pobierania równym okresowi odniesienia dla krótkoterminowej wartości dopuszczalnej oraz tendencyjnie, pobierając próbki powietrza w spodziewanych okresach występowania szczególnie wysokich stężeń. Pierwszy sposób, czyli losowe pobieranie próbek wydaje się niepraktyczny. Jego zastosowanie wymagałoby pobrania za pomocą drugiej pompki indywidualnej co najmniej pięciu dodatkowych 15-minutowych próbek powietrza, gdyż taka jest



minimalna liczba próbek wymagana do obliczenia S_g (16). Jednym z powodów coraz powszechniejszego stosowania dozymetrii indywidualnej jest między innymi chęć unikania pobierania zbyt dużej liczby próbek i obniżenia kosztów analizy. W tej sytuacji najbardziej praktyczny wydaje się sposób analogiczny do zaproponowanego dla pomiarów stacjonarnych, oparty na tendencyjnym pobieraniu próbek powietrza. Należy zatem:

- 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 niezbędne jest wykonanie pomiarów do oceny stężenia chwilowego (duża zmienność stężeń) pobrać za pomocą drugiej pompki indywidualnej (lub dodatkowych dozymetrów pasywnych) co najmniej dwie 15-minutowe próbki powietrza w spodziewanych okresach występowania szczególnie wysokich stężeń;

- wyniki pomiarów zinterpretować analogicznie do pomiarów stacjonarnych.

Dyskusyjnym problemem zaproponowanej strategii pomiarowej jest pozostawienie higienie przemysłowemu, wykonującemu pomiary decyzji dotyczących uznania danego procesu technologicznego za jednorodny, z czym wiąże się zwolnienie z obowiązku pobierania dodatkowych próbek do oceny stężenia chwilowego. Należy zaznaczyć, że dowolność w ocenie charakteru procesu technologicznego do uznania prowadzącego pomiary wprowadzono w punkcie 5.1.2 pierwszej wersji omawianej polskiej normy już w 1989 r. i decyzja o podejmowaniu lub nie dodatkowych badań jest naturalną konsekwencją oceny stanowiska pracy/procesu technologicznego.

Drugą przesłanką uzasadniającą pozostawienie decyzji dotyczącej wykonywania pomiarów kompetentnemu higienie przemysłowemu jest wprowadzenie w kwietniu 2002 r. do systemu polskich norm oficjalnego tłumaczenia normy europejskiej EN 689, zawierającej wytyczne do oceny narażenia zawodowego na czynniki chemiczne, występujące na stanowiskach pracy (17). Norma ta w punkcie 5.1.4.1 dopuszcza rezygnację z jakichkolwiek pomiarów na stanowiskach pracy, jeżeli w wyniku rozeznania wstępnego, uwzględniającego warunki na stanowiskach pracy prawdopodobieństwo występowania narażenia jest minimalne. Takie samo rozumowanie można rozszerzyć na prawdopodobieństwo występowania stężeń o wysokiej zmienności oraz celowość i zasadność prowadzenia pomiarów stężenia chwilowego. Istotne jest jednak, by decyzję o prowadzeniu lub zaniechaniu badań podejmowała kompetentna osoba o należytych przygotowaniach fachowych i doświadczeniu.

WNIOSKI

W wyniku przeglądu zasad i praktyki ustanawiania krótko-terminowych normatywów higienicznych w Polsce i w pań-

stwach o długich tradycjach w dziedzinie higieny pracy zaproponowano:

- radykalne zmniejszenie liczby substancji, dla których ustanowiono NDSch jako drugi obok NDS normatyw higieniczny;

- krytyczny przegląd wykazu wartości dopuszczalnych pod względem racjonalności proporcji wartości NDSch do NDS i wyeliminowanie sytuacji, gdy stosunek ten jest bez istotnego uzasadnienia zbyt wysoki (powyżej 3:1), jak również irracjonalnie niski;

- uzależnienie proporcji między NDSch a NDS, w sytuacji gdy brak odpowiednich danych toksykologicznych od dopuszczalnej i racjonalnej zmienności stężeń w środowisku pracy wyrażonej geometrycznym standardowym odchyleniem;

- strategię pomiarową do oceny zgodności warunków pracy z nową definicją NDSch. Strategia ta oparta jest na tendencyjnym pobieraniu próbek powietrza w okresie spodziewanego występowania szczególnie wysokich stężeń, obejmuje zarówno dozymetrię indywidualną i pomiary stacjonarne i dostosowana jest do normy europejskiej PN-EN 689.

Proponowane zmiany powinny przyczynić się do dalszej poprawy wiarygodności wyników oceny narażenia i ujednolicenia zasad prowadzenia pomiarów na terenie całego kraju.

PIŚMIENNICTWO

1. Gromiec J.P., Czerczak S.: Kryteria oceny narażenia na substancje chemiczne w Polsce i na świecie – procedury ustalania i stosowania. Med. Pr. 2002; 53: 53–59.
2. Czerczak S., Indulski J., Kowalski Z., Szymczak W.: Metodologia ustalania zawodowych i środowiskowych normatywów higienicznych. Med. Pr. 1994; 45 (Supl. 2): 1–88.
3. Gromiec J.: Problemy związane z oceną zgodności warunków pracy z wartościami dopuszczalnymi dla stężenia pułapowego. Med. Pr. 2000; 51: 173–184.
4. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. ACGIH Worldwide, Cincinnati 2002.
5. Commission Directive 1991/322/EC of 29 May 1991 on establishing indicative limit values by implementing Council Directive 80/1107/EEC on the protection of workers from the risks related to exposure to chemical, physical and biological agents at work. Off. J. Eur. Communities, 1991, L 177/5.7.1991, 22–4.
6. Commission Directive 2000/39/EC of 8 June 2000 establishing a first list of indicative occupational limit values in implementation of Council Directive 98/24/EC on the protection of the health and safety of workers from the risks related to chemical agents at work Off. J. Eur. Communities, 2000, L 142/16.6.2000, 47–50..
7. Health and Safety Executive. Occupational Exposure Limits 1998. Guidance Note EH40. HMSO, London 1998.
8. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 217, poz. 1833, 2002.
9. Leidel N.A., Busch K.A., Crouse W.E.: Exposure Measurement Action Level and Occupational Environmental Variability. NIOSH Pub. No 76-131, NTIS Pub. No PB-267-509, Springfield 1975.



10. Scientific Committee Group on Occupational Exposure Limits (SCO-EL): Methodology for the derivation of occupational exposure limits: Key documentation. European Commission Report EUR 19253 EN. Employment and Social Affairs, Luxembourg 1998.
11. Deutsche Forschungsgemeinschaft: List of MAK and BAT Values 2001. Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in Work Area. Report No 37. Wiley-VCH, Weinheim 2001.
12. TRGS 900: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz. Bundesarbeitsblatt 1996; 10: 106–128.
13. Więcek E.: Podstawy oceny środowiska pracy z wykorzystaniem wartości krótkoterminowych najwyższych dopuszczalnych stężeń chwilowych i najwyższych dopuszczalnych stężeń pułapowych. *Podst. Metody Oceny Środow.* Pr. 2000; 26 (4): 5–21.
14. Bar-Shalom Y., Segall A., Budenaers D.: Decision and estimation procedures for air contaminants. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1976; 37: 474–478.
15. PN-Z-04008-7:2002: Ochrona czystości powietrza – Pobieranie próbek – Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2002.
16. Leidel N.A., Busch K.A., Lynch J.R.: Occupational Sampling Strategy Manual. NIOSH, Cincinnati 1977.
17. PN-EN 689:2002: Powietrze na stanowiskach pracy – Wytyczne oceny narażenia inhalacyjnego na czynniki chemiczne przez porównanie z wartościami dopuszczalnymi i strategia pomiarowa. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2002.

