

Małgorzata Kupczewska-Dobecka
Sławomir Czerczak

NORMATYWY HIGIENICZNE W POWIETRZU ŚRODOWISKA PRACY USTALONE PRZEZ ZESPÓŁ EKSPERTÓW DS. CZYNNIKÓW CHEMICZNYCH W 2002 R.*

HYGIENIC STANDARDS IN THE WORKPLACE AIR SET BY THE EXPERT GROUP OF CHEMICAL AGENTS, 2002

Z Zakładu Informacji Naukowej

Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi

STRESZCZENIE W 2002 r. zaistniała konieczność dostosowania ustawodawstwa polskiego do ustawodawstwa Unii Europejskiej w zakresie ustalania dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego, wprowadzenie do wykazu NDS substancji chemicznych, dla których ustalono normatywy higieniczne w Unii Europejskiej, a nie ustalono w naszym kraju oraz weryfikacja istniejących już wartości pod kątem ich zgodności z obowiązującymi w Unii Europejskiej. W 2002 r. Zespół Ekspertów ds. Czynników Chemicznych zaproponował wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń w środowisku pracy dla następujących 29 substancji chemicznych: akrylaldehyd (107-02-8); krezole, mieszanina izomerów (95-48-7; 108-39-4; 106-44-5; 1319-77-3); deka-tlenek tetrafosforu (1314-56-3); etyloamina (75-04-7); naftalen (91-20-3); nitrobenzen (98-95-3); tlenek azotu (110-54-5); ditlenek azotu (10102-44-0); pirydyna (110-86-1); butan-2-on (78-93-3); tlenek węgla (630-08-0); 1,4-dichlorobenzen (106-46-7); 1,2-dichlorobenzen (95-50-1); heksan (110-54-5); wodorotlenek glinu (21645-51-2); glin (dymy i pyły) (7429-90-5); 3-amino-1,2,4-triazol (amitrol) (61-82-5); 2,2-bis(4-hydroksyfenyl)propan (bisfenol A) (80-05-7); 3a,4,7,7a-terahydro-4,7-metanoinden (dicyklopentadien) (77-73-6); trimetoksyfosfan (fosforin trimetylu) (121-45-9); chlorooctan metylu (96-34-4); 4-metoksyfenol (150-76-5); mrówczan metylu (107-31-3); 2-fenoksyetanol (122-99-6); diwinylobenzen (1321-74-0); spaliny silnika Diesla (-); heksano-6-laktam (pyły i pary) (105-60-2); 2-izopropoksyetanol (109-59-1); 2-cyanoakrylan metylu (137-05-3). Med. Pr. 2004; 55 (1): 7–12

SŁOWA KLUCZOWE: ustawodawstwo polskie, normatywy higieniczne, Unia Europejska

ABSTRACT In 2002, it was necessary to harmonize Polish law on admissible limits of occupational exposure with EU requirements. To this end, the Expert Group on Chemical Agents proposed maximum admissible concentration values for 29 chemicals: acrylaldehyde (107-02-8); cresols, mix of isomers (95-48-7), 108-39-4, 106-44-5, 1319-77-3); tetraphosphorus decaoxide (1314-56-3); ethylamine (75-04-7); naphtalene (91-20-3); nitrobenzene (98-95-3); nitrogen oxide (110-54-5); nitrogen dioxide (10102-44-0); pyridine (110-86-1); butan-2-one (78-93-3); carbon oxide (630-08-0); 1,4-dichlorobenzene (106-46-7); 1,2-dichlorobenzene (95-50-1); hexane (110-54-5); aluminum hydroxide (21645-51-2); aluminum (fumes and dusts) (7429-90-5); amitrole (61-82-5); 2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane (bisphenol A) (80-05-7); 3a,4,7,7a-terahydro-4,7-metanoindene (dicyclopentadiene) (77-73-6); trimethoxyphosphane (121-45-9); methyl chloroacetate (96-34-4); 4-methoxyphenol (150-76-5); methyl formate (107-31-3); 2-phenoxyethanol (122-99-6); divinylbenzene (1321-74-0); Diesel exhausts (-); hexane-6-lactam (dusts and fumes) (105-60-2); 2-isopropoxyethanol (109-59-1); and methyl 2-cyanoacrylate (137-05-3). Med Pr 2004; 55 (1): 7–12

KEY WORDS: Polish law, hygiene standards, European Union

Nadesłano: 12.01.2004

Zatwierdzono: 2.02.2004

Adres autorów: Św. teresy 8, 90-950 Łódź, e-mail: dobecka@imp.lodz.pl

© 2004, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi

Porównanie wielkości stężenia substancji chemicznej w środowisku pracy z wartościami normatywnymi jest najważniejszym elementem charakteryzującym warunki pracy w czasie określonego procesu produkcyjnego. Stąd działalność profilaktyczna polegająca na określeniu i ustawowym zatwierdzeniu NDS substancji w środowisku pracy.

W Polsce od 1982 r. działa Międzyresortowa Komisja ds. NDS i NDN, powołana przez Ministra Pracy i Polityki Społecznej. W skład Komisji wchodzi przedstawiciele resortów zdrowia i pracy oraz przedstawiciele przemysłu i instytucji naukowych. Komisja powołała Zespół Ekspertów ds. Czynników Chemicznych, grupę doświadczonych naukowców,

najlepszych specjalistów z różnych dziedzin: toksykologii, medycyny pracy, higieny pracy, epidemiologii. Zespół ten dokonuje oceny skutków zdrowotnych i biologicznych, powodowanych przez szkodliwe substancje chemiczne na podstawie dostępnych, aktualnych danych w piśmiennictwie krajowym i zagranicznym w oparciu wyłącznie o kryteria zdrowia. Poszczególni członkowie zespołu opracowują dokumentacje dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego, a następnie Zespół Ekspertów dokonuje oceny merytorycznej tych dokumentacji. Propozycje NDS wraz z dokumentacją są przedstawiane na forum Międzyresortowej Komisji, a następnie w formie wniosku wdrożeniowego zostają skierowane do Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej. Do 2002 r. sporządzono 395 dokumentacji NDS. Po zatwierdzeniu wykaz wartości NDS jest publikowany w formie rozporządzenia (aktualnie obowiązuje Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (1). Dokumentacje wraz z wartościami NDS są publikowane w wydawnictwie Międzyresortowej Komisji „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy”.

* Praca wykonana w ramach Programu Wieloletniego Centralnego Instytutu Ochrony Pracy pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej”. Zadanie nr I.1.01 pt. „Dostosowanie polskiego wykazu wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS, NDSch, NDSP) do obligatoryjnej listy Unii Europejskiej przez opracowanie dokumentacji naukowej dla 41 substancji chemicznych” oraz zadanie nr I.1.02. pt. „Opracowanie dokumentacji wartości NDS dla 45 substancji chemicznych, ujętych w wykazach państw Unii Europejskiej”. Kierownik zadań: prof. dr hab. S. Czerczak.

W publikacji wykorzystano dane niepublikowane z dokumentacji NDS, opracowanych przez członków Zespołu Ekspertów ds. Czynników Chemicznych.

Polska lista normatywów higienicznych obejmuje 3 kategorie NDS. Z powodu braku zgodności definicji NDSCh z dyrektywą 2000/39/WE Komisji Europejskiej z dnia 8 czerwca 2000 r. definicje te zostały w ostatnim czasie zmienione i obecnie obowiązują w następującym brzmieniu:

1. 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 powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń; (zmiana dotyczyła tygodniowego wymiaru czasu pracy, który uprzednio wynosił 42 godziny).

2. Najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSCh) – wartość średnia stężenia, które nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika (usunięto tekst oraz jego przyszłych pokoleń), 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 (dotychczas czas występowania określono na nie dłużej niż 30 minut).

3. 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 (odnośnie do strategii pomiaru ZE zaleca, aby pomiar stężenia pułapowego był prowadzony w sposób ciągły. Tam, gdzie nie jest to możliwe czas pobierania próbki powinien być jak najkrótszy i nie może przekraczać 15 minut).

W przypadku ustalania limitów narażenia zawodowego podstawę do ich wyprowadzenia stanowią wyniki badań epidemiologicznych, obserwacji lekarskich lub doświadczeń przeprowadzonych na zwierzętach. Punkt wyjścia stanowi wartość NOEL lub LOAEL:

NOEL (no-observed-adverse-effect-level) poziom bez obserwowanego działania szkodliwego – najwyższy poziom narażenia, przy którym nie występuje statystycznie lub biologicznie istotny wzrost częstości lub nasilenia efektów szkodliwych w eksponowanej populacji w stosunku do kontroli.

LOAEL (lowest-observed-adverse-effect-level) najniższy obserwowany poziom działania szkodliwego – najniższy poziom narażenia, przy którym występuje statystycznie lub biologicznie istotny wzrost częstości występowania efektów szkodliwych lub ich nasilenia w grupie narażonej w stosunku do grupy kontrolnej.

Wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia oblicza się według wzoru:

$$\text{NDS} = \frac{\text{NOAEL}}{\text{Współczynnik niepewności}}$$

Współczynnik niepewności jest iloczynem następujących pięciu współczynników:

A – związany z wrażliwością osobniczą człowieka,

B – różnice międzygatunkowe,

C – przejście z badań krótkoterminowych do przewlekłych,

D – stosowanie LOAEL zamiast NOAEL,

E – współczynnik modyfikacyjny (dotyczący oceny eksperta o kompletności danych oraz potencjalnych efektów odległych).

W przypadku substancji o działaniu drażniącym do wyliczenia wartości NDS wykorzystuje się również wyznaczone w badaniach na myszach stężenie RD50 (stężenie substancji drażniącej, które powoduje redukcję częstości akcji oddechowej do 50% wartości należnej) zgodnie z następującą zależnością (tab. 1).

W 2002 r. zaistniała konieczność dostosowania ustawodawstwa polskiego do ustawodawstwa Unii Europejskiej w zakresie ustalania dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego, wprowadzenie do wykazu NDS substancji chemicznych, dla których ustalono normatywy higieniczne w Unii Europejskiej, a nie ustalono w naszym kraju oraz weryfikacja istniejących już wartości pod kątem ich zgodności z obowiązującymi w Unii Europejskiej.

Wykaz wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (OEL) w Unii Europejskiej zawiera obecnie 90 (63 + 27) substancji chemicznych (odpowiednio w Dyrektywach 2000/39/EC oraz 91/322/EWG) (2,3). Komitet ds. Ustalania Dopuszczalnych Limitów Narażenia Zawodowego w Unii Europejskiej – Scientific Committee for Occupational Exposure Limits (SCOEL) zarekomendował do wprowadzenia na listę kolejne substancje, natomiast około 60 substancji chemicznych znajduje się na liście priorytetów do ustalenia wartości normatywnych.

W 2002 r. wytypowano 14 substancji, w celu dostosowania polskiego wykazu wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń do obligatoryjnej listy Unii Europejskiej (tab. 2). 15 substancji wytypowano na podstawie analizy wykazów państw UE np. Niemiec, Wielkiej Brytanii, Szwecji oraz wzięto jednocześnie pod uwagę narażenie na te substancje w Polsce (tab. 3).

Działanie drażniące było podstawą ustalenia normatywów higienicznych dla 9 substancji chemicznych. Dla dwóch z nich (akrylaldehydu i etyloaminy) zaproponowano wartość NDS na podstawie wartości RD50, dla trzech (dekatlenku tetrofosforu, 2-cyanoakrylanu metylu, heksano-6-laktamu)

Tabela 1. Przewidywane skutki działania drażniącego substancji u ludzi w zależności od stężenia

| Stężenie substancji w powietrzu | Przewidywane skutki działania drażniącego substancji u ludzi |
|---------------------------------|---|
| RD50 | stężenie tolerowane przez człowieka |
| 1/10 RD50 | stężenie powodujące niewielkie podrażnienie oczu, nosa i gardła |
| 1/100 RD50 | brak lub bardzo słaba percepcja działania drażniącego |

Wartość NDS powinna zawierać się w przedziale 1/10-1/100 RD50, najczęściej jest ustalana na poziomie 1/30 RD50.

Tabela 2. Wykaz substancji wytypowanych w celu dostosowania polskiego wykazu NDS do obligatoryjnej listy UE

| Nazwa substancji | Nr CAS | Normatywy higieniczne (NDS/NDSch) mg/m ³ | |
|------------------------------|------------|--|-----------------|
| | | Polska | Unia Europejska |
| Akrylaldehyd | 107-02-8 | 0,2/0,5 | 0,05/0,12 |
| Krezole, mieszanina izomerów | 1319-77-3 | 5/15 | 22/- |
| Dekatelenek tetrafosforu | 1314-56-3 | 1/3 | 1/2 |
| Etyloamina | 75-04-7 | 5/15 | 9,4/- |
| Naftalen | 91-20-3 | 20/75 | 50/- |
| Nitrobenzen | 98-95-3 | 3/10 | 5/- |
| Tlenek azotu | 110-54-5 | 5/10 dla NOx | 30/- |
| Ditlenek azotu | 10102-44-0 | 5/10 dla NOx | 0,4/1 |
| Pirydyna | 110-86-1 | 5/30 | 15/- |
| Butan-2-on | 78-93-3 | 200/850 | 600/900 |
| Tlenek węgla | 630-08-0 | 30/180 | 23/117 |
| 1,4-Dichlorobenzen | 106-46-7 | 20/- | 122/306 |
| 1,2-Dichlorobenzen | 95-50-1 | 20/300 (NDSP) | 122/306 |
| Heksan | 110-54-5 | 100/400 | 72- |

Tabela 3. Wykaz substancji wytypowanych na podstawie analizy wykazów państw UE

| Nazwa substancji | Nr CAS | Zastosowanie |
|------------------------|------------|---|
| Wodorotlenek glinu | 21645-51-2 | przemysł farmaceutyczny, chemiczny; wypełniacz w produkcji papieru, tworzyw sztucznych, gumy |
| Glin metal | 7429-90-5 | do wyrobu farb, w pirotechnice i spawalnictwie; w przemyśle metalowym do produkcji półfabrykatów, odlewów, stopów, do otrzymywania powłok antykorozyjnych |
| 3-Amino-1,2,4-triazol | 61-82-5 | herbicyd i regulator wzrostu roślin |
| Bisfenol A | 80-05-7 | produkcja klejów epoksydowych i poliwęglanów |
| Dicyklopentadien | 77-73-6 | produkcja elastomerów, polimerów, pestycydów |
| Fosforyn trimetylu | 121-45-9 | produkcja polimerów zwłaszcza pianek poliuretanowych |
| Chlorooctan metylu | 96-34-4 | rozpuszczalnik |
| 4-Metoksyfenol | 150-76-5 | inhibitor monomerów akrylowych, stabilizator w przemyśle celulozowym |
| Mrówczna metylu | 107-31-3 | fumigant, rozpuszczalnik w przemyśle celulozowym |
| 2-Fenoksyetanol | 122-99-6 | w przemyśle perfumeryjnym, rozpuszczalnik celulozy, barwników, pigmentów, plastyfikatorów |
| Diwinylobenzen | 1321-74-0 | produkcja polimerów, w przemyśle gumowym do produkcji gumy syntetycznej, poliesterów |
| Spaliny silnika Diesla | - | niepożądane produkty spalania olejów napędowych |
| Heksano-6-laktam (pył) | 105-602 | produkcja polimerów m.in. stylonu, tworzyw, plastyfikatorów. |
| 2-Izopropoksyetanol | 109-59-1 | rozpuszczalnik farb i lakierów oraz celulozy |
| 2-Cyanoakrylan metylu | 137-05-3 | składnik klejów |

jako podstawę do obliczenia NDS przyjęto wartość LOAEL lub NOAEL wyznaczoną w badaniach ludzi zawodowo narażonych na te substancje, dla pozostałych uwzględniono wartość LOAEL lub NOAEL wyznaczone w doświadczeniach na zwierzętach (tab. 4).

Działanie hepatotoksyczne i nefrotoksyczne stało się podstawą wartości NDS dla izomerów **dichlorobenzenu** (tab. 5).

Na podstawie wartości LOAEL obliczono równoważne, efektywne stężenie (D_c) dla człowieka wg wzoru:

$$D_c = D_w \times W_h / V_h$$

$$D_w = \text{LOAEL} = 188 \text{ mg/kg m.c./dzień}$$

gdzie:

W_h – masa człowieka (70 kg),
 V_h – objętość powietrza wdychanego przez człowieka w ciągu 8 h/dzień roboczy (10 m³).

Tabela 4. Wykaz substancji o działaniu drażniącym

| Substancja | NDS mg/m ³ | NDSch mg/m ³ | Podstawa normatywu |
|---|-----------------------|-------------------------|---|
| Akryladehyd | 0,05 (było 0,2) | 0,1 (było 0,5) | 1/30 RD50; RD50 – 2 mg/m ³ |
| Etyloamina | 9,4 (było 5) | 18 (było 15) | 1/30 RD50; RD50 – 278 mg/m ³ |
| Chlorooctan metylu | 5 | 10 | NOAEL, eksperyment inhalacyjny, szczur, 44 mg/m ³ |
| Bisfenol A (2,2-bis(4-hydroksyfenylo)propan) | 5 | 10 | NOAEL, eksperyment inhalacyjny, szczur, 10 mg/m ³ |
| Dekatlenek tetrafosforu | 2 | 2 (było 3) | NOAEL, badanie epidemiologiczne (zaburzenia sprawności wentylacyjnej płuc), 2,23 mg/m ³ |
| 2-Cyjanoakrylan metylu | 2 | 4 | Działanie drażniące stwierdzone u ludzi narażonych zawodowo, LOAEL ustalono na poziomie 9,2 mg/m ³ |
| Mrówczan metylu | 100 | 200 | LOAEL, eksperyment inhalacyjny, świnka morska 3690 mg/m ³ |
| Heksano-6-laktam (pyły i pary) | 5 | 15 | Drażniące działanie na górne drogi oddechowe u pracowników przemysłu chemicznego w warunkach narażenia przewlekłego. NOAEL 32,2 mg/m ³ |
| Trimetoksyfosfan (fosforyn trimetylu) | 5 | 10 | LOAEL 260 mg/m ³ ; NOAEL 52 mg/m ³ Szczur, eksperyment inhalacyjny, 4 tyg. Podrażnienie oczu, zaćm |

Tabela 5. Normatywy higieniczne izomerów dichlorobenzenu

| Substancja | NDS mg/m ³ | NDSch mg/m ³ | Podstawa normatywu |
|--------------------|-----------------------|-------------------------|--|
| 1,2-Dichlorobenzen | 90 (było 20) | 180 (było 300) | LOAEL, <i>per os</i> szczur z doświadczenia półrocznego, |
| 1,4-Dichlorobenzen | 90 (było 20) | 180 | 188 mg/kg m.c./dzień |

$$D_c = 188 \text{ mg/kg m.c.} \cdot 70 \text{ kg} / 10 \text{ m}^3 = 1316 \text{ mg/m}^3$$

$$NDS = D_c / U_F$$

gdzie:

U_F – współczynnik niepewności równy iloczynowi następujących współczynników:

A = 2 współczynnik związany z różnicami międzygatunkowymi i drogą podania,

B = 2 współczynnik związany z różnicami wewnątrzgatunkowymi,

D = 2 współczynnik w przypadku stosowania LOAEL zamiast NOAEL.

E = 2 współczynnik modyfikacyjny (dotyczy oceny eksperta o kompletności danych oraz potencjalnych efektów odległych).

Działanie hemolityczne (hemoliza krwinek czerwonych, hematuria i uszkodzenie nerek) stanowiło podstawę NDS dla dwóch alkoholi (tab. 6).

Działanie methemoglobinotwórcze (wystąpienie sinicy będącej wynikiem podwyższonego stężenia MetHb we krwi

i hemolizy) było podstawą NDS dla **nitrobenzenu** (NDS: 3 mg/m³; NDSCh: nie ustalono).

Podstawa normatywu była dobrze udokumentowana i stanowiły ją:

- Wartość NOAEL – 5 mg/m³, wyznaczona dla ochotników (wzrost stężenia MetHb we krwi)

- Wartość LOAEL – 30 mg/m³, wyznaczona w eksperymencie przewlekłym, inhalacyjnym u ludzi narażonych zawodowo na ten związek

- Wartość LOAEL – 25 mg/m³, wyznaczona w 90-dniowym inhalacyjnym doświadczeniu na szczurach i myszach.

Do oceny narażenia na nitrobenzen można wykorzystać pomiar stężenia jego metabolitu p-nitrofenolu w moczu. Najwyższą korelację wydalania p-nitrofenolu z wchłoniętą dawką (D; [mg]) nitrobenzenu uzyskano poprzez pomiar szybkości wydalania p-nitrofenolu (y; [μg/h]) w czasie 2 ostatnich godzin ekspozycji. Przyjęto wartość DSB jako stężenie p-nitrofenolu w moczu równe 3 mg/g kreatyniny.

Tabela 6. Normatywy higieniczne 2-fenoksy- i 2-izopropoksy- etanolu

| Substancja | NDS mg/m ³ | NDSch mg/m ³ | Podstawa normatywu |
|---------------------|-----------------------|-------------------------|--|
| 2-fenoksyetanol | 230 | - | NOAEL, dożołądkowo, 400 mg/kg/dzień, szczur |
| 2-izopropoksyetanol | 20 | - | NOAEL, eksperyment inhalacyjny, 128 mg/m ³ , szczur |

Tabela 7. Wykaz substancji o działaniu układowym

| Substancja | NDS mg/m ³ | NDSCh mg/m ³ | Podstawa noramtywu | Efekt krytyczny |
|---|-----------------------|-------------------------|---|---|
| Diwinylobenzen | 50 | - | analogia do styrenu (podobieństwo strukturalne oraz taki sam metabolizm przez reaktywne epoksydy) | działanie hepatotoksyczne i nefrotoksyczne, miejscowo drażniące |
| 4-Metoksyfenol | 5 | - | NOAEL, 0,02% w paszy szczur | działanie hepatotoksyczne, neurotoksyczne, odbarwienie skóry, obniżenie stężenia hemoglobiny |
| 3a,4,7,7a-Tetrahydro-4,7-metanoinden (dicyklopentadien) | 10 | - | NOAEL, 106 mg/m ³ , szczur eksperyment inhalacyjny | działanie hepatotoksyczne |
| Pirydyna | 5 (było 5) | 12 (było 30) | LOAEL, 10 mg/kg/dzień <i>per os</i> , podprzewlekły (13 tyg.), szczur | działanie hepatotoksyczne (wzrost masy wątroby) podstawą NDSCh było działanie drażniące |
| Naftalen | 20 (było 20) | 50 (było 75) | LOAEL 79 mg/m ³ , mysz eksperyment inhalacyjny | działanie ogólnonarządowe, tj. hepato- i neurotoksyczne oraz występowanie anemii hemolitycznej, działanie drażniące u ludzi |
| 3-Amino-1,2,4-triazol (amitol) | 0,15 | - | NOAEL, 11 tygodni, szczur 0,04 mg/kg m.c./dzień | hamowanie funkcji tarczycy |
| Butan-2-on (metyloetyloketon) | 450 (było 200) | 900 (było 850) | NOAEL, 90-dni, szczur eksperyment inhalacyjny 7500 mg/m ³ | ośrodkowy układ nerwowy i wątroba, działanie drażniące |
| Krezole - mieszanina izomerów | 22 (było 5) | - (było 15) | LOAEL, 13 tygodni z paszą szczur, 127 mg/kg/dzień | OUN, układ oddechowy, krew obwodowa, skóra, błony śluzowe, wątroba i nerki |

Proponuje się również pozostać przy obowiązującym obecnie DSB = 2% MetHb we krwi, które odnosi się do wszystkich substancji methemoglobinoformujących.

Działanie układowe, ogólnonarządowe było podstawą wartości NDS dla 8 substancji chemicznych (tab. 7).

Działanie na obwodowy układ nerwowy stanowiło podstawę NDS **heksanu**. Zaproponowano NDS - 100 mg/m³, a NDSCh nie ustalono. Efekt krytyczny stanowi zespół objawów klinicznych, zmian elektrofizjologicznych i morfologicznych w nerwach i mięśniach, określane mianem polineuropatii obwodowej. Najniższe stężenie heksanu, powodujące ten efekt w wyniku wieloletniej ekspozycji ludzi narażonych zawodowo wynosiło 204 mg/m³ (NOAEL).

Zarówno u ludzi jak i u zwierząt laboratoryjnych narządem krytycznym dla **ditlenku azotu** jest układ oddechowy. Ostre zatrucie tym związkiem manifestuje się obrzękiem płuc, często prowadzącym do zejścia śmiertelnego. **Tlenek azotu** jest substancją methemoglobinoformującą i nitrozylohemoglobinoformującą oraz działającą szkodliwie na układ oddechowy. Ze względu na brak dobrze udokumentowanej

zależności pomiędzy poziomami narażenia na NO a skutkami działania wydaje się uzasadnione przyjęcie wartości normatywnych dla tego związku biorąc, pod uwagę fakt, że tlenek azotu jest 5 razy mniej toksyczny od ditlenku azotu (tab. 8).

Ustalono także wartość NDS dla **spalin silnika Diesla** - niepożądanych produktów spalania olejów napędowych: NDS: 0,5 mg/m³ (frakcje respirabilne cząstek stałych).

W warunkach ekspozycji ostrej spaliny wywołują:

- podrażnienie błon śluzowych oczu i górnych dróg oddechowych,

- bóle i zawroty głowy, zmęczenie, nudności.

U pracowników narażonych przewlekłe na spaliny silnika Diesla stwierdzono częstsze występowanie obturacyjnych zaburzeń wentylacji płuc.

Zależność między narażeniem na spaliny a występowaniem nowotworów złośliwych u ludzi, szczególnie raka płuca jest przedmiotem wielu badań epidemiologicznych.

Cząstki stałe zawarte w spalinach indukują nowotwory płuc u zwierząt doświadczalnych, głównie gruczolaki i gru-

Tabela 8. Normatywy higieniczne tlenków azotu

| Substancja | NDS mg/m ³ | NDSCh mg/m ³ | Podstawa normatywu |
|----------------|-----------------------|-------------------------------|--|
| Ditlenek azotu | 0,6 | 1,5 | LOAEL u ludzi zawodowo narażonych 2,95 mg/m ³ |
| Tlenek azotu | 3 | 7,5 | analogia do NO ₂ |
| | | było 5/10 dla NO _x | |

czolakoraki, przy czym jedynie u szczurów zmiany te były zmienne statystycznie i powtarzalne.

Za podstawę wyliczenia zależności NDS od wielkości ryzyka przyjęto badanie inhalacyjne na szczurach. Zwierzęta narażano na cząstki stałe w stężeniach 0,35 mg/m³, 3,5 mg/m³ i 7,08 mg/m³ przez 7 godzin dziennie przez 5 dni w tygodniu.

Przy zastosowaniu modelu liniowego wartości proponowanych NDS będą wynosiły:

| | |
|----------------------|---------------------------------|
| dla wielkości ryzyka | 0,01 – 5,1 mg/m ³ |
| | 0,001 – 0,51 mg/m ³ |
| | 0,0001 – 0,05 mg/m ³ |

Tlenek węgla powoduje zatrucia jedynie przez drogi oddechowe. Powoduje blokowanie transportu tlenu w drodze konkurencyjnego wiązania z hemoglobina. Wiązanie tlenu węgla z hemoglobina powoduje powstanie karboksyhemoglobiny (COHb). Efekty działania tlenu węgla na układ sercowo-naczyniowy i ośrodkowy układ nerwowy u ludzi pojawiają się gdy stężenie COHb jest wyższe niż 5%. Przyjęto, że utrzymywanie stężeń COHb u ludzi narażonych w ciągu 8 godzin, niepalących, na poziomie poniżej 3,5% zapobiegnie wystąpieniu tych efektów. Stężeniu COHb 3,5% odpowiada narażenie na CO w ciągu 8 godzin w stężeniu około 30 mg/m³. Zaproponowano następujące wartości normatywów higienicznych tlenu węgla:

| | |
|--------|-------------------------|
| NDS: | 23 mg/m ³ , |
| NDSch: | 117 mg/m ³ , |
| DSB: | 3,5 % COHb. |

Przewlekła ekspozycja zawodowa ludzi na **pyły glinu** prowadzi do wystąpienia zmian w płucach o charakterze pylicy płuc. Obserwowano także następujące zmiany: zwłóknienia w płucach, zapalenie pęcherzyków płucnych, proteinoza pęcherzyków płucnych, zapalenia oskrzeli i przewlekłe śródmiąższowe zapalenie płuc.

Za podstawę wyliczenia wartości NDS przyjęto wyniki badań ludzi narażonych na pyły glinu. Stężenie 10 mg/m³ (frakcja respirabilna) przyjęto jako wartość LOAEL. Zaproponowano następujące wartości normatywów higienicznych pyłów i dymów glinu oraz pyłów wodorotlenku glinu:

| | |
|------|--|
| NDS: | 1,2 mg/m ³ (frakcja respirabilna w przeliczeniu na glin), |
| | 2,5 mg/m ³ (pył całkowity w przeliczeniu na glin). |

Zespół Ekspertów ds. Czynników Chemicznych będzie kontynuował swoją działalność w 2003 r. Poniżej przedstawiono wykazy substancji, dla których Zespół Ekspertów ds. Czynników Chemicznych proponuje wartości NDS w bieżącym, 2003 r.:

■ 15 substancji, dla których zostaną opracowane udokumentowane propozycje wartości NDS w ramach dostosowa-

nia polskiego wykazu wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń do obligatoryjnej listy Unii Europejskiej w 2003 r.

| |
|--|
| Etylobenzen (100-41-4) |
| Bar i jego związki rozpuszczalne (7440-39-3) |
| Brom (7726-95-6) |
| Ditlenek węgla (124-38-9) |
| Nikotyna (54-11-5) |
| Ortokrzemian tetraetylu (78-10-4) |
| Trichloroeten (79-01-6) |
| Jodometan (74-88-4) |
| Chlor (7782-50-5) |
| Kwas pikrynowy (88-89-1) |
| Kwas trichlorooctowy (76-03-9) |
| Tetrachlorek węgla (56-23-5) |
| Izopentan (78-78-4) |
| Chloroetan (75-00-3) |
| Fluorki (16984-48-8) |

■ 15 substancji wytypowanych do opracowania dokumentacji NDS, na podstawie analizy wykazów państw Unii Europejskiej w 2003 r.

| |
|--|
| 1,2-Propylenoimina (2-metyloazirydyna) (75-55-8) |
| Parafina (8002-74-2) |
| Izocyjanian metylu (MIC) (624-83-9) |
| Diizocyjanian izoforonu (IPDI) (4098-71-9) |
| Izooktan-1-ol (26952-21-6) |
| 2-(Dibutyloamino)etanol (102-81-8) |
| Akrylan 2-hydroksypropylu (999-61-1) |
| Tritlenek glinu (1344-28-1) |
| Siarczan(VI) baru (7727-43-7) |
| Eter allilo-2,3-epoksypropylowy (AGE) (106-92-3) |
| Eter tert-butyłowometylowy (MTBE) (1634-04-4) |
| Mgły olejów mineralnych (8012-95-1) |
| Propen (115-07-1) |
| Tiuram (137-26-8) |
| Arsan (7784-42-1) |

PIŚMIENNICTWO

1. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU 2002, nr 217, poz. 1833.
2. Dyrektywa 200/39/EC of 8 June 2000 establishing a first list of indicative occupational exposure 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 (Text with EEA relevance). Off. J. 2000, L 141, 47-50.
3. Dyrektywa 91/322/EEC 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. 1991, L 177, 22-24.