

Sławomir Brzeźnicki  
Marzena Bonczarowska  
Jan P. Gromiec

## NAJWYŻSZE DOPUSZCZALNE STĘŻENIA WIELOPIERŚCIENIOWYCH WĘGLOWODORÓW AROMATYCZNYCH (WWA). OBECNY STAN PRAWNY I PROPOZYCJE ZMIAN

OCCUPATIONAL EXPOSURE LIMITS FOR POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS.  
CURRENT LEGAL STATUS AND PROPOSED CHANGES

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź  
Zakład Zagrożeń Chemicznych Pracownia Monitoringu Środowiska

### STRESZCZENIE

**Wstęp:** Ocena zawodowego narażenia na WWA jest dokonywana w Polsce na podstawie pomiarów stężeń wybranych związków w powietrzu na stanowiskach pracy i odniesienia otrzymanych wyników do obowiązujących wartości normatywnych higienicznych. Obowiązujące obecnie w tym zakresie akty prawne są niespójne, co jest powodem trudności w ich interpretacji. **Cel pracy:** Celem pracy było oznaczenie stężeń WWA w środowisku pracy podczas różnych procesów przemysłowych, a następnie ich analiza mająca na celu wykazanie istnienia (lub braku) różnic między wartościami sum iloczynów stężeń i współczynników siły działania rakotwórczego (SDR) WWA wymienionych w rozporządzeniach Ministra Pracy i Polityki Społecznej oraz Ministra Zdrowia. **Metody:** Próbkę powietrza pobierano podczas produkcji: elektrod grafitowych, aluminium, koksu, opon, a także w czasie budowy dróg. Stężenia WWA w pobranych próbkach powietrza oznaczano techniką HPLC. **Wyniki:** Uzyskane dane wskazują, że różnice między wartościami sum iloczynów stężeń 9 i 8 WWA oraz ich współczynników SDR są niewielkie, niezależnie od procesu technologicznego. Dla żadnego z objętych badaniami procesów przemysłowych nie stwierdzono istnienia różnic istotnych statystycznie między wynikami uzyskanymi z uwzględnieniem stężeń 11, 9 i 8 związków. **Wnioski:** Brak istotnych statystycznie różnic między będącą podstawą oceny narażenia zawodowego sumą iloczynów stężeń 8 lub 9 WWA i ich współczynników SDR oraz obecność wśród 9 WWA z wykazu NDS związków niesklasyfikowanych jako rakotwórcze wydają się stanowić podstawę do rozważenia możliwości zastąpienia tej listy WWA listą związków wyszczególnionych w rozporządzeniu Ministra Zdrowia. Zaproponowana zmiana przyczyni się do uzyskania spójności obu aktów prawnych bez negatywnych konsekwencji dla dokonywanej oceny narażenia zawodowego w odniesieniu do tej grupy związków. Jednoczesne usunięcie z wykazu NDS odrębnych wartości normatywnych dla benzo(a)pirenu i dibenzo(ah)antracenu wyeliminuje istniejące obecnie problemy interpretacyjne. Med. Pr. 2009;60(3):179–185

Słowa kluczowe: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, narażenie zawodowe, najwyższe dopuszczalne stężenie

### ABSTRACT

**Background:** The evaluation of occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Poland is based on the results of measurements of their concentrations in workplace air compared to appropriate occupational exposure limits. The inconsistency in current regulations is the source of many interpretation-related problems. **Objective:** The objective of this work was to determine PAH concentrations in different technological processes and to analyze statistically the obtained data to indicate the presence (or absence) of differences between exposure indices calculated for 9 PAHs listed in the decree of the Minister of Labor and those (8 compounds) set by the Minister of Health. **Materials and Methods:** Air samples were collected during graphite electrode production, coke production, aluminum smelting, tire production and road paving. PAH concentrations in collected air samples were analyzed by HPLC. **Results:** The obtained data calculated for each technological process indicate that indices of exposure based on 8 or 9 PAHs, taking into account their relative carcinogenicity, did not differ considerably and are not statistically different from exposure indices calculated for 11 PAHs. **Conclusions:** In view that the indices of exposure calculated for 8 and 9 compounds are not statistically different and that of all the PAHs listed in the decree of the Minister of Labor, two compounds are not classified as carcinogenic, it seems justified to substitute the latter by the list of compounds issued by the Minister of Health. The proposed modification should result in a better consistency of legal regulations without altering the quality of the occupational exposure evaluation. Furthermore, removing benzo(a)pyrene and dibenzo(ah)anthracene from the OEL list should solve the existing interpretation-related problems. Med Pr 2009;60(3):179–185

Key words: polycyclic aromatic hydrocarbons, occupational exposure, maximum allowable concentration

Adres autorów: Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pracownia Monitoringu Środowiska,  
Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź,  
e-mail: slawek@imp.lodz.pl, mbonczarowska@interia.pl, jpgrom@imp.lodz.pl  
Nadesłano: 22 kwietnia 2009  
Zatwierdzono: 7 maja 2009



## WSTĘP

Narażenie zawodowe na WWA, ze względu na potencjalne działanie rakotwórcze tych związków, stanowi istotne zagrożenie zdrowia pracowników. Wyniki badań epidemiologicznych wskazują na ścisły związek między zawodowym narażeniem na WWA a powstawaniem chorób nowotworowych (1–3). Międzynarodowa Grupa Ekspertów ds. Badań nad Rakiem (International Agency for Research on Cancer — IARC) uznała pracę w takich przemysłach, jak: koksochemiczny, stalowy, gumowy, hutnictwie aluminium za czynnik sprzyjający powstawaniu chorób nowotworowych (4).

Kryteria stosowane w trakcie ustalania dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego w poszczególnych państwach są zróżnicowane. W większości państw europejskich dla substancji rakotwórczych o działaniu genotoksycznym z zasady nie ustala się opartych na kryteriach zdrowotnych normatywów higienicznych, ponieważ przyjmuje się, że substancje te mają działanie bezprogowe i z każdym stężeniem związane jest prawdopodobieństwo wywołania nowotworów. Dla substancji tego typu ustalane były (np. w Niemczech) w oparciu o poziom akceptowanego ryzyka tzw. wartości techniczne (Technische Richtkonzentration — TRK). W grupie WWA wartość TRK ustalono jedynie dla benzo(a)pirenu. Obowiązywała ona w Niemczech do 2005 r. (5). Z kolei w USA American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH) ustala grupowe dopuszczalne poziomy narażenia zawodowego dla sumy lotnych składników smół i paków (coal tar pitch volatiles) jako frakcji ekstrakowalnej bezenem lub cykloheksanem (6).

W Polsce ocena zawodowego narażenia na WWA dokonywana jest na podstawie pomiarów stężeń wybranych WWA w powietrzu i odniesienia otrzymanych wyników do obowiązujących wartości normatywów higienicznych.

W 1995 roku została ustanowiona w Polsce wartość NDS dla benzo(a)pirenu (B(a)P), a w roku 1998 dla dibenzo(ah)antracenu (D(ah)A). Wynoszą one odpowiednio: 0,002 mg/m<sup>3</sup> i 0,004 mg/m<sup>3</sup> (7). Od 2 stycznia 2001 r. — zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy — obowiązuje w naszym kraju wartość NDS dla całej grupy WWA, rozumiana jako suma iloczynów stężeń 9 WWA (antracenu, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorante-

nu, benzo(k)fluorantenu, benzo(a)pirenu, dibenzo(ah)antracenu, benzo(ghi)perylenu i indeno(123 cd)pirenu) i ich względnych (w stosunku do B(a)P) współczynników siły działania rakotwórczego (SDR). Suma iloczynów stężeń 9 WWA i ich współczynników SDR nie może przekraczać wartości 0,002 mg/m<sup>3</sup> (8).

W 2005 r. weszło w życie Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 1 grudnia 2004 r. w sprawie substancji, preparatów, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy (9). Zgodnie z § 3. tego rozporządzenia „pracodawca zatrudniający pracownika w warunkach narażenia na działanie substancji, preparatów, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym, zwany dalej »pracodawcą«, jest obowiązany wykonywać ich pomiary, a w szczególności stosować metody wczesnego wykrywania narażenia podczas awarii lub w przypadku wystąpienia innych nieprzewidzianych okoliczności”. W odniesieniu do grupy WWA lista substancji wymienionych w tym akcie prawnym obejmuje takie związki, jak benzo(a)antracen, chryzen, benzo(e)piren, benzo(j)fluoranten, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren i dibenzo(ah)antracen. Odmienność list WWA wymienionych w ww. rozporządzeniach stwarza określone problemy w interpretacji i praktycznym stosowaniu obu aktów prawnych. Podjęto próbę znalezienia odpowiednich podstaw do ujednolicenia obu list, co wynikało z postulatów wielokrotnie zgłaszanych przez służby BHP zakładów pracy.

## CEL PRACY

Celem pracy było zebranie danych dotyczących stężeń 11 WWA w środowisku pracy podczas różnych procesów przemysłowych, a następnie ich analiza mająca na celu wykazanie istnienia (lub braku) różnic między będącymi podstawą oceny narażenia zawodowego wartościami sum iloczynów stężeń i współczynników SDR związków wymienionych w rozporządzeniach Ministra Pracy i Polityki Społecznej (9 związków) oraz Ministra Zdrowia (8 związków).

## MATERIAŁ I METODY

### Zakres badań

Badania przeprowadzono, dobierając zakłady pracy tak, aby w środowisku pracy występowały zarówno wysokie, jak i niskie stężenia WWA. Badaniami



objęto pracowników zatrudnionych przy produkcji elektrod grafitowych (36 osób), koksu (12 osób), przy wytopie aluminium (49 osób), przy produkcji opon (18 osób) oraz produkcji i rozkładaniu masy bitumicznej (35 osób).

### Metodyka

Do pobierania próbek powietrza zastosowano aspiratory indywidualne typu GilAir-3 (Gilian). Próbkę powietrza do badań pobierano w strefie oddychania pracowników, przepuszczając badane powietrze przez zestaw złożony z filtra z włókna szklanego Whatman GF/A (Whatman) i rurki wypełnionej Amberlitem XAD-2 (Supelco). Okres pomiarowy był zawsze zbliżony do nominalnego czasu pracy lub nie był krótszy od 75% czasu trwania ośmiogodzinnej zmiany roboczej.

### Materiały i odczynniki

Wzorce WWA (Supelco) przygotowywano przez odważenie odpowiedniej ilości suchych związków i rozpuszczenie ich w acetonitrylu (J.T. Baker). Z tak przygotowanych roztworów sporządzono mieszaninę wzorcową podstawową 11 WWA. Wzorce do analiz ilościowych przygotowywano, nanosząc na Amberlit XAD-2 i filtry z włókna szklanego po 0,1 ml acetonitrylowych ( $n = 8$ ) roztworów mieszaniny 11 WWA. Filtry i żywicę poddano wszystkim etapom postępowania przewidzianym dla próbek badanych. Stężenia poszczególnych WWA

oraz wartości współczynników SDR w mieszaniu wzorcowej podstawowej przedstawiono w tabeli 1.

Filtry z włókna szklanego umieszczano w wialkach o pojemności 4 ml, dodawano 3 ml acetonitrylu i poddano godzinnej ekstrakcji za pomocą mieszała hematologicznego. Amberlit XAD-2 po przeniesieniu do wialek o pojemności 4 ml ekstrahowano przez godzinę za pomocą 3 ml acetonitrylu i ultradźwięków. Ekstrakty filtrów z włókna szklanego i żywicy XAD-2 analizowano niezależnie.

### Aparatura

Próbki analizowano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej przy użyciu chromatografu cieczowego Waters Alliance wyposażonego w pompę poczworną, dozownik automatyczny, detektor spektrofotometryczny Waters PAD 996 i detektor spektrofluorymetryczny (FLD) Waters 2475, umożliwiający jednoczesny zapis sygnału przy czterech niezależnych długościach fali wzbudzenia i emisji. Parametry pracy chromatografu cieczowego wraz z przykładowym chromatogramem mieszaniny wzorców WWA przedstawiono na rycinie 1.

### Metody statystyczne

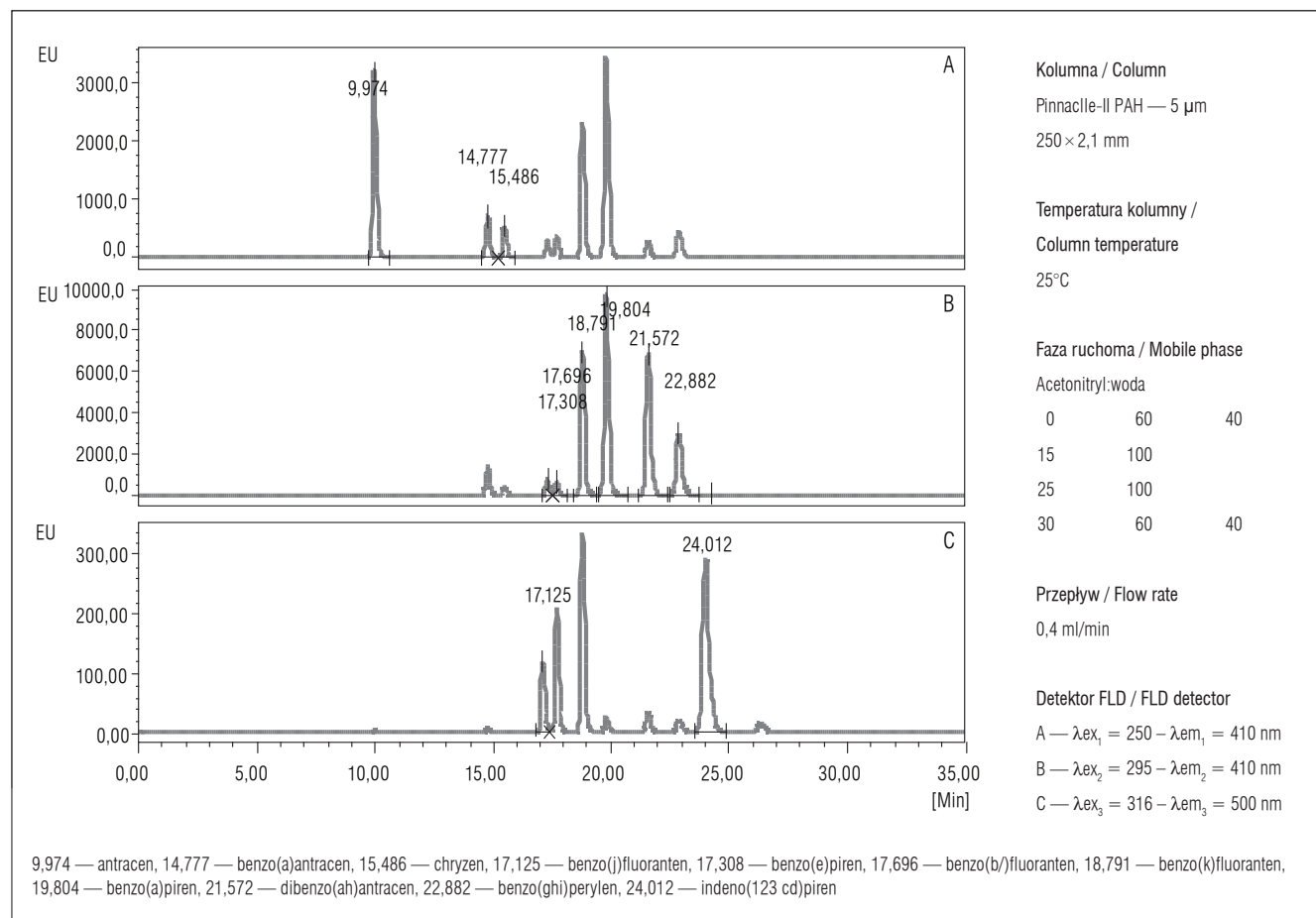
Wszystkie obliczenia matematyczne i statystyczne wykonano przy użyciu programów Excel (Microsoft) i SigmaStat (Jandel Scientific).

**Tabela 1.** Stężenia 11 WWA w roztworze wzorcowym podstawowym  
**Table 1.** Concentrations of 11 PAHs in a basic standard solution

| Lp.<br>Order<br>no. | Związek<br>Compound | SDR<br>PEF | Stężenie<br>Concentration<br>[µg/ml]     |
|---------------------|---------------------|------------|------------------------------------------|
| 1                   | Antracen            | 0,01       | 0,1; 0,2; 0,4; 1,0; 2,0; 4,0; 10,0; 20,0 |
| 2                   | Benzo(a)antracen    | 0,10       | 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 |
| 3                   | Chryzen             | 0,01       | 0,1; 0,2; 0,4; 1,0; 2,0; 4,0; 10,0; 20,0 |
| 4                   | Benzo(e)piren       | 0,01       | 0,1; 0,2; 0,4; 1,0; 2,0; 4,0; 10,0; 20,0 |
| 5                   | Benzo(j)fluoranten  | 0,10       | 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 |
| 6                   | Benzo(b)fluoranten  | 0,10       | 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 |
| 7                   | Benzo(k)fluoranten  | 0,10       | 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 |
| 8                   | Benzo(a)piren       | 1,00       | 0,1; 0,2; 0,4; 1,0; 2,0; 4,0; 10,0; 20,0 |
| 9                   | Dibenzo(ah)antracen | 5,00       | 0,2; 0,4; 0,8; 2,0; 4,0; 8,0; 20,0; 40,0 |
| 10                  | Benzo(ghi)perylen   | 0,01       | 0,1; 0,2; 0,4; 1,0; 2,0; 4,0; 10,0; 20,0 |
| 11                  | Indeno(123 cd)piren | 0,10       | 0,1; 0,2; 0,4; 1,0; 2,0; 4,0; 10,0; 20,0 |

SDR — współczynnik siły działania rakotwórczego / PEF — potency equivalency factor.





**Ryc. 1.** Chromatogramy mieszaniny 11 wzorców WWA zarejestrowane przy zastosowaniu detektora spektrofлуориметричного (FLD) przy trzech różnych długościach fal wzbudzenia i emisji.

**Fig. 1.** Chromatograms of a solution of 11 standards of PAHs recorded at three different excitations and emissions wavelengths using spectrofluorimetric detector (FLD).

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Na podstawie uzyskanych w badaniach terenowych wyników oznaczeń stężeń 11 związków obliczono wartości sum iloczynów stężeń oznaczanych WWA i ich współczynników SDR. Wyniki te posłużyły również do obliczenia sum iloczynów dla odpowiednio dziewięciu i ośmiu WWA. Traktując sumy iloczynów stężeń i współczynników SDR 11 związków jako 100%, obliczono dla każdego z objętych badaniami procesów produkcyjnych procentowe „udziały” sum iloczynów stężeń i współczynników SDR 8 oraz 9 WWA. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 2.

Analiza tych danych wskazuje, że różnice między wartościami sum iloczynów stężeń 9 i 8 WWA oraz ich współczynników SDR są niewielkie, niezależnie od procesu technologicznego. Największe różnice stwierdzono dla procesu koksowania węgla i produkcji opon. Różnice między wartościami stężeń medialnych sum

iloczynów stężeń 9 i 8 WWA i ich współczynników SDR dla wymienionych procesów przemysłowych wynoszą odpowiednio: 6,4% i 6,5%. Dla pozostałych trzech objętych badaniami procesów przemysłowych różnice te zwierają się w granicach od 0,6% (produkcja elektrod grafitowych) do 2,1% (produkcja i rozkładanie masy bitumicznej. W celu zbadania istotności statystycznej różnic między wartościami sum iloczynów stężeń WWA i ich współczynników SDR obliczonymi dla 11, 9 i 8 związków uzyskane wyniki poddano analizie za pomocą testu rang Kruskala-Wallisa. Wyniki przeprowadzonych analiz przedstawiono na rycinie 2.

Dla żadnego z objętych badaniami procesów przemysłowych nie stwierdzono istnienia różnic istotnych statystycznie między wynikami uzyskanymi z uwzględnieniem stężeń 11, 9 i 8 związków. Wynika to z tego, że decydujący wpływ na uzyskiwane wyniki mają wysokie wartości współczynników SDR dla B(a)P (SDR = 1)

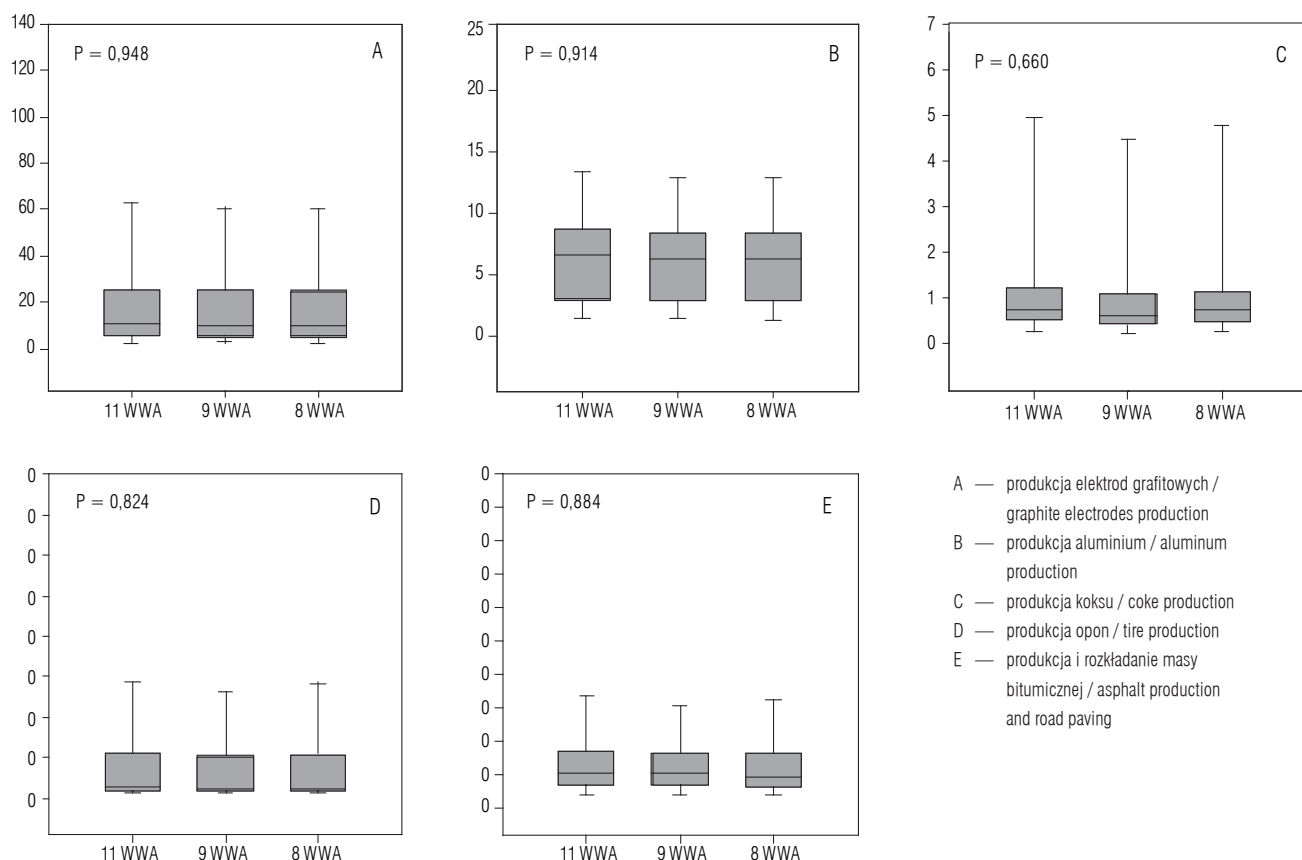


**Tabela 2.** Wartości sumy iloczynów stężeń 8 i 9 WWA oraz ich SDR jako procent sumy iloczynów stężeń i SDR 11 związków obliczonych dla różnych procesów produkcyjnych

**Table 2.** Values of sums of products of concentrations of 8 and 9 PAHs, respectively, and their PEF factors as a percentage of the sum of products of concentrations and PEFs of 11 compounds calculated for different technological processes

| Proces produkcyjny<br>Technological process                                   | Związki<br>Compounds<br>n | Zakres<br>Range<br>[%] | Mediana<br>Median<br>[%] | Mediana różnic*<br>Median<br>of differences*<br>[%] |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------|
| Produkcja elektrod grafitowych / Graphite electrodes production               | 8                         | 89,8–99,6              | 99,0                     | 0,6                                                 |
|                                                                               | 9                         | 89,1–99,6              | 98,5                     |                                                     |
| Produkcja aluminium / Aluminum production                                     | 8                         | 91,7–99,9              | 97,6                     | 0,9                                                 |
|                                                                               | 9                         | 94,4–98,8              | 96,9                     |                                                     |
| Produkcja koksu / Coke production                                             | 8                         | 82,3–98,8              | 89,8                     | 6,4                                                 |
|                                                                               | 9                         | 94,8–98,4              | 95,8                     |                                                     |
| Produkcja opon / Tire production                                              | 8                         | 89,9–99,9              | 97,5                     | 6,5                                                 |
|                                                                               | 9                         | 72,7–97,1              | 90,9                     |                                                     |
| Produkcja i rozkładanie masy bitumicznej / Asphalt production and road paving | 8                         | 84,4–99,2              | 96,2                     | 2,1                                                 |
|                                                                               | 9                         | 79,4–99,2              | 95,6                     |                                                     |

\* Mediana różnic między sumą iloczynów stężeń oraz SDR 8 i 9 WWA / Median of differences between sum of products of 8 and 9 PAHs and their PEFs.



**Ryc. 2.** Statystyczna analiza różnic wartości sum iloczynów stężeń WWA i ich współczynników SDR w zależności od liczby związków uwzględnionych w obliczeniach.

**Fig. 2.** Statistical analysis of differences between values of products of PAHs concentrations and their PEF factors calculated for different numbers of compounds.



i D(ah)A (SDR = 5). Dla procesów koksowania węgla, wytopu aluminium i produkcji elektrod grafitowych (procesy wiążące się z wysokim narażeniem na WWA) wartości sumy iloczynów stężeń tych dwóch związków i ich współczynników SDR stanowią od 81% (koksowanie węgla) do 90% (produkcja elektrod grafitowych) sumy iloczynów obliczonej dla 9 związków. Wartość SDR = 1 dla B(a)P jako związku modelowego dla całej grupy i jako substancji odniesienia przy wyznaczaniu wartości współczynników SDR dla innych WWA została powszechnie zaakceptowana.

W literaturze fachowej można znaleźć prace sugerujące, że wartość współczynnika SDR dla D(ah)A powinna wynosić 1 lub 1,1 (10). Przyjęta w polskim prawodawstwie wartość współczynnika SDR dla tego związku (SDR = 5) została wprowadzona na podstawie badań Nisbeta i LaGoya, którzy analizując wyniki dostępnych w literaturze badań nad siłą działania rakotwórczego WWA, zaproponowali wartości SDR dla 17 związków (11). Autorzy ci porównywali dane dotyczące liczby przypadków nowotworów u zwierząt laboratoryjnych eksponowanych na WWA z danymi uzyskanymi na podstawie obliczeń dokonanych z zastosowaniem odpowiedniego modelu matematycznego i zaproponowanych przez siebie wartości współczynników SDR. Dużą zgodność wyników w zakresie wysokich dawek uzyskali oni przy zastosowaniu dla D(ah)A wartości współczynnika SDR równego 1. W zakresie niskich dawek WWA (odpowiadających narażeniu środowiskowemu) dużą zgodność danych eksperymentalnych i obliczonych matematycznie stwierdzono dla wartości współczynnika SDR dla D(ah)A równej 5. Biorąc pod uwagę wyniki opisanych badań, utrzymanie współczynnika SDR = 5 dla D(ah)A wydaje się być w pełni uzasadnione.

W przypadku pozostałych substancji wymienionych w obu rozporządzeniach przyjęte dla nich wartości współczynników SDR zawierają się w granicach 0,01–0,1. Na liście związków wymienionych w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej znajdują się 3 związki (chryzen, antracen i benzo(ghi)perylen), których współczynniki SDR wynoszą 0,01. Ani antracen, ani benzo(ghi)perylen nie są klasyfikowane jako związki o możliwym lub prawdopodobnym działaniu rakotwórczym. Jedynie chryzen klasyfikowany jest do grupy związków o prawdopodobnym działaniu rakotwórczym (US EPA, group B2) (12) lub jako związek o możliwym działaniu rakotwórczym (IARC, group 2B) (13). Z kolei lista substancji o dzia-

łaniu rakotwórczym (Rozporządzenie Ministra Zdrowia) (9) obejmuje takie związki, jak: chryzen, benzo(a)piren, benzo(e)piren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluorantenu, benzo(j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, i dibenzo(ah)antracen. Z tej liczby jedynie benzo(e)piren nie jest ani przez US EPA, ani przez IARC klasyfikowany jako substancja o prawdopodobnym lub możliwym działaniu rakotwórczym.

Stwierdzony w przeprowadzonych badaniach brak istotnych statystycznie różnic między będącą podstawą oceny narażenia zawodowego sumą iloczynów stężeń 8 lub 9 WWA i ich współczynników SDR oraz obecność wśród 9 WWA z wykazu NDS związków niesklasyfikowanych jako rakotwórcze (antracen, benzo(ghi)perylen) wydają się stanowić podstawę do rozważenia możliwości zastąpienia tej listy WWA listą związków (klasyfikowanych jako potencjalnie rakotwórcze i/lub I i II kategorii) wyszczególnionych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 1 grudnia 2004 r. w sprawie substancji, preparatów, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy (9).

## WNIOSKI

Zastosowana w Polsce koncepcja oceny zawodowego narażenia na WWA jest koncepcją nowatorską, bo nie ogranicza oceny narażenia do grawimetrycznego pomiaru ekstrahowalnej frakcji WWA oraz uwzględnia aktualny stan wiedzy na temat rakotwórczego działania WWA. Dyskusyjność kryteriów doboru związków wskaźnikowych oraz wykazany w przeprowadzonych badaniach brak istotnych statystycznie różnic między, będącymi podstawą oceny narażenia zawodowego, wartościami sum iloczynów stężeń 8 i 9 WWA i ich współczynników SDR w pełni uzasadnia propozycję zastąpienia listy 9 związków wymienionych w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej (8) listą 8 związków klasyfikowanych jako potencjalnie rakotwórcze, a wymienionych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia (9).

Zaproponowana zmiana przyczyni się do uzyskania spójności obu aktów prawnych bez negatywnych konsekwencji dla dokonywanej oceny narażenia zawodowego w odniesieniu do tej grupy związków. Jednoczesne usunięcie z wykazu NDS odrębnych wartości normatywnych dla B(a)P i D(ah)A wyeliminuje istniejące obecnie problemy interpretacyjne związane z koniecznością dokonywania dwukrotnej oceny narażenia na te same związki.



## PIŚMIENNICTWO

1. Armstrong B., Hutchinson E., Unwin J., Fletcher T.: Lung Cancer Risk after Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: A Review and Meta-Analysis. *Environ Health Perspect.* 2004;112(9):970–977
2. Boffeta P., Jourenkova N., Gustavsson P.: Cancer risk from occupational and environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Cancer Causes Control* 1997;8(3):444–472
3. Boseti C., Boffeta P., La Vecchia C.: Occupational exposures to polycyclic aromatic hydrocarbons, and respiratory and urinary tract cancers: a quantitative review to 2005. *Ann. Oncol.* 2007;18(3):431–446
4. International Agency for Research on Cancer. Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs Volumes 1 to 42. *IARC Monogr. Eval. Carcinog. Risks Hum. Suppl.* 1987;7:1–440
5. Deutsche Forschungsgemeinschaft: List of MAK and BAT Values 2005: Maximum Concentrations and Biological Tolerance Values at the Workplace [report 41]. Wiley-VCH Verlag, Weinheim (Niemcy) 2006
6. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. ACGIH, Cincinnati, OH (USA) 2008
7. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 17 czerwca 1998 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *DzU* z 1998 r. nr 79, poz. 513
8. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *DzU* z 2002 r. nr 217, poz. 1833
9. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 1 grudnia 2004 r. w sprawie substancji, preparatów, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy *DzU* z 2004 r. nr 280, poz. 2771
10. World Health Organization (WHO Europe). Health Risks of Persistent Pollutants from Long-Range Transboundary Air Pollution. Chapter 8. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. WHO, Copenhagen (Dania) 2003
11. Nisbet I.C., LaGoy P.K.: Toxic equivalency factors (TEFs) for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 1992;16(3):290–300
12. Environmental Protection Agency (EPA): Health Effects Assessment for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Environmental Criteria and Assessment Office, Cincinnati, OH (USA) 1984
13. International Agency for Research on Cancer. Overall Evaluations of Carcinogenicity to Humans: Group 2B: Possibly carcinogenic to humans. IARC. Adres: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/crthgr02b.php>

